DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang. 13. April 1923. Heft 15.

Die Bedeutung der Schoenfliesschen mathematischen Untersuchungen für die Kristallographie.

Von Paul Niggli, Zürich.

Vor zweiunddreißig Jahren erschien ein Buch „Krystallsysteme und Krystallstructur", das nicht unmittelbar, sondern erst nach zwanzig Jahren seine größten Triumphe feiern sollte. Gibt es für den auf theoretischem Gebiet tätigen Forscher und den Mathematiker im besonderen eine größere Genugtuung als diese, in vorausblickender Weise ein Problem behandelt und durch gewissenhafte Untersuchung zu Ende geführt zu haben, dessen Wichtigkeit nicht sofort, aber doch noch zu Lebzeiten des Forschers allseitig anerkannt wird? Hätte *A. Schoenflies* 1891 der wissenschaftlichen Welt nicht seine in jeder Hinsicht vorbildlichen Untersuchungen geschenkt, so hätten zwanzig Jahre später, gezwungen durch experimentelle Ergebnisse (siehe Heft 16 „Die Naturwissenschaften", 1922), Mathematiker und Kristallographen genau die gleiche Theorie ausarbeiten müssen. Die Bedeutung der mathematischen Methode für die Naturwissenschaft kann nicht eindringlicher in Erscheinung treten als durch die Tatsache, daß sie in den Händen hochbegabter Forscher zu einem Werkzeug wird, das, folgerichtig angewandt, Beziehungen und Zusammenhänge zu finden gestattet, die durch wissenschaftliche Erlebnisse in späteren Epochen bestätigt werden.

Das Buch „Krystallsysteme und Krystallstructur" von *A. Schoenflies* enthält für den Kristallographen eine Fülle neuer Erkenntnisse und neuer Einblicke in Zusammenhänge. Sein Hauptgewicht indessen liegt in der (mit *E. v. Fedorows* gleichzeitigen) ersten vollständigen Theorie der Kristallstruktur. Ihr seien daher besonders diese Zeilen gewidmet, und es wird für ein Buch, das heute, nach zweiunddreißig Jahren, sozusagen tagtäglich in wichtigen experimentell-theoretischen Abhandlungen zitiert wird, keine Schmälerung bedeuten, wenn versucht wird, seine Aussagen und Ergebnisse historisch zu verstehen.

Für manche der Darlegungen in *Th. L. Haerings* neu erschienenem Buch „Philosophie der Naturwissenschaft" bietet die Entwicklung der Kristallographie wertvolle Beispiele. Gerade zweihundert Jahre sind verflossen seit dem Erscheinen der ersten Schrift, die den Titel dieser Wissenschaft führt. 1723 gab der Arzt *Moritz Anton Cappeller* in Luzern den „Prodromus cristallographiae"[1]) heraus. Allein erst *R. J. Hauy* (die hundertjährige Wiederkehr seines Sterbetages wurde 1922 gefeiert) fand auf Grund einer Annahme über die Struktur der Kristalle fundamentale Gesetzmäßigkeiten von mathematisch einfacher Form zwischen den die natürliche Kristallgestalt bedingenden Wachstumsflächen (*Rationalitätsgesetz*). Er erhob so die Kristallographie zur Wissenschaft.

Ist von da an das Gestaltliche natürlich gebildeter Kristalle in seiner Wechselhaftigkeit und seiner in der Mannigfaltigkeit vorhandenen Gesetzmäßigkeit die ständige Quelle für alle weiteren Forschungen gewesen, so mußte es dem Ziel jeder Wissenschaft entsprechend doch erst als verstanden gelten, wenn es sich als Folgerung und Einzelheit von umfassenderen Gesetzmäßigkeiten erwies. Das führte von selbst zu genaueren Untersuchungen der Kristalleigenschaften und der daraus ableitbaren Struktur. In dem genannten Buche definiert *A. Schoenflies* Kristalle folgendermaßen: „Ein Kristall ist ein homogener fester Körper, dessen physikalische Eigenschaften in verschiedenen Richtungen im allgemeinen verschieden sind und sich nach festen Symmetriegesetzen mit der Richtung ändern." Es ist die heute noch übliche Definition, und es bedeutet nur eine durch Hilfsbegriffe erzielbare Vereinfachung, wenn man sagt, „Kristalle sind homogene, gesetzmäßig anisotrope Körper".

A. Bravais hatte vor nun genau fünfundsiebzig Jahren in der Abhandlung über die Systeme von regelmäßig auf einer Ebene oder im Raum verteilten Punkten (1848) vom Standpunkt der diskontinuierlichen Struktur der Materie versucht, die Theorie der Kristallstruktur als mathematische Theorie zu entwickeln. Er ging von der einen Grundeigenschaft der Kristalle, der *Homogenität* aus, die schon *Hauy* dazu führte, jeden Kristall aus gleichen, parallel aneinandergereihten Bausteinen bestehend zu erachten. Homogenität bedeutet ja folgendes: Untersuche ich, ausgehend von irgendeinem Punkt, das Verhalten in einer bestimmten Richtung, so muß es ununterscheidbar sein von demjenigen Verhalten, das ich finde, wenn ich von irgendeinem anderen Punkte in einer zur ersten *parallel gleichen* Richtung untersuche. Ist außerdem das Verhalten gesetzmäßig von der Richtung abhängig, so muß es in allen Punkten die gleiche gesetzmäßige Anisotropie aufweisen. Nun kann es aber sein, daß die Bezeichnung „in allen Punkten" nur eine grobe Annäherung ist, bedingt durch die groben Untersuchungsmethoden, daß in Wirklichkeit zwischen den parallel gleiches Verhalten aufweisenden „Punkten" andere liegen, die mit ihnen nicht identisch genannt werden dürfen. Dann müssen sich jedoch, soll die äußer-

[1]) Neu herausgegeben von *K. Mieleitner*, München 1922 als *Moritz Anton Cappellers* „Prodromus cristallographiae". (Mit Übersetzung.)

lich wahrnehmbare Homogenität gewährleistet sein, die Punkte mit parallel gleichem gesetzmäßigen Verhalten nach verschiedenen Richtungen in so kleinen Abständen wiederholen, daß die Zwischenräume als solche gar nicht erfaßt werden können. Schon die Hauysche Aufteilung der Kristalle in lückenlos aneinandergereihte kleinste Parallelepipede von der Gesamteigenschaft des ganzen Kristalls hatte davon Gebrauch gemacht. Offensichtlich entsprechen einander nur ähnlich gelegene Punkte dieser Parallelepipede, beispielsweise die Mittelpunkte, diese sind aber, wie *Seeber, Delafosse* und *Bravais* erkannten, in gleichen Abständen in geradlinigen Reihen angeordnet. Betrachtet man im Hinblick auf die diskontinuierliche Struktur der Materie diskrete Massenpunkte als das Wesentliche, so ergibt sich von selbst, um mit *Bravais* zu reden, die Aufgabe, „alle Punktanordnungen zu suchen, die derart beschaffen sind, daß sich um jeden zum Ausgang gewählten Punkt ähnlich gelegene Punkte mit gleichen Koordinaten finden, *vorausgesetzt, daß beim Wechsel des Anfangspunktes die neuen Achsen ihre ursprüngliche Richtung* bewahrt haben". *Bravais* konnte durch seine Abhandlung, „die man als rein geometrische Spekulation betrachten kann", zeigen, daß die Systeme derartig parallel gleich umgebener Punkte, die *Raumgitter*, verschiedene Symmetrieverhältnisse aufweisen können, die genau den Oberabteilungen (Kristallsystemen) der Kristallsymmetrie entsprechen. Er sieht „die polyedrische oder, wenn man will, die polyatomige Form der Molekeln" (deren Schwerpunkt die Raumgitter bilden) als das an, was auch die niedrigeren, speziellen Symmetrieverhältnisse der einzelnen Klassen zur Folge hat. Er konnte dartun, daß das von *Hauy* gefundene Rationalitätsgesetz implicite in der Raumgitterstruktur enthalten ist.

Bravais' Untersuchungen brachten den einen Teil der auf diskontinuierliche Struktur gegründeten Kristalltheorie völlig zum Abschluß. Weil die Kristalle homogene Körper sind, müssen sie immer eine Struktur aufweisen, derart, daß die sie aufbauenden Massenteilchen in parallel gleicher Lage sich wiederholen. Das bedeutet aber, wie *Bravais* dargetan hat, daß Raumgitterstruktur vorhanden sein muß. Es wäre nur noch möglich, daß die Homogenität eine rein statistische Erscheinung, wie bei Gasen und Flüssigkeiten, ist. Die Überlegung zeigt indessen, daß dann die gesetzmäßige Anisotropie fehlen müßte. So lag es nahe, ausgehend von der Bravaisschen Raumgitterlehre, das Problem weiter zu verfolgen, um auch das letzte Gestaltliche (der Molekeln) auf Anordnung zurückzuführen. Allein der Weg, der mit *Schoenflies'* Untersuchungen seinen Abschluß fand, entspricht wenigstens äußerlich einem anderen Vorgehen. *Bravais* beginnt seine Abhandlung folgendermaßen: *„Um ein System von regelmäßig im Raum verteilten Punkten zu erhalten, . . .*" Das ist die rein mathematische Fassung eines Problems, und in dieser Fassung ist ein Begriff „regelmäßig im Raum verteilte Punkte" enthalten, der näherer Definition und Umgrenzung bedarf. Sind die von *Bravais* in Rücksicht auf die Homogenität der Kristalle bewußt in den Vordergrund gestellten Anordnungen parallel gleich umgebener (oder, wie ich sage, *„identischer"*) Punkte die einzigen regelmäßigen Punktverteilungen? „Warum sollte z. B. nicht eine derartige Anordnung der Molekelzentra in gewissen Kristallen möglich und sogar wahrscheinlich sein, bei der sie in einer Ebene die Ecken von lückenlos aneinanderliegenden regelmäßigen Sechsecken, wie Bienenzellen, bilden? Und doch ist eine solche Anordnung bei Annahme der (einfachen Bravaisschen. Der Verf.) Raumgitterstruktur ausgeschlossen." (*L. Sohncke*, Entwicklung einer Theorie der Kristallstruktur, 1879.) *Chr. Wiener, L. Sohncke* und *C. Jordan* faßten den Begriff der regelmäßigen Punktverteilung weiter. Sie suchen alle Systeme regelmäßiger Punktverteilungen auf, die so beschaffen sind, daß jeder Punkt kongruent deckgleich mit den anderen Punkten von der Gesamtheit aller übrigen umgeben ist. Kongruent deckgleich bedeutet durch reine Bewegungen (Drehungen und Translationen) in Deckstellung zu bringen. *Sohncke* gelang es so, alle möglichen Bewegungsgruppen aufzufinden.

Allein erst *Schoenflies* blieb es vorbehalten, den durch diese Arbeiten neu in die Diskussion geworfenen Gedanken zu Ende zu denken. Im Gebiet der Kristallographie, sagt er, stehen die Begriffe „kongruent" und „spiegelbildlich gleich" gleichberechtigt nebeneinander. Wenn wir die Hypothese aufstellen, daß jede Kristallmolekel von der Gesamtheit der Nachbarmolekeln auf gleiche Weise umgeben ist, so kann dieses „gleich" somit bedeuten kongruent oder spiegelbildlich gleich. In dieser Weise versteht *Schoenflies* unter einem regelmäßigen Molekelhaufen von unbegrenzter Ausdehnung einen solchen nach allen Richtungen unendlich ausgedehnten Molekelhaufen, der aus lauter gleichartigen Molekeln besteht und die Eigenschaft besitzt, daß jede Molekel auf die gleiche Art (kongruent oder spiegelbildlich gleich) von der Gesamtheit aller Molekeln umgeben ist. Seine Aufgabe, die er in bewunderungswürdiger Weise zu Ende führte, war es nun, alle durch Symmetrieverhältnisse voneinander verschiedenen regelmäßigen Molekelhaufen aufzusuchen oder (im Hinblick auf den Zweck) zu zeigen, daß sich für jede der 32 Kristallklassen Molekelhaufen angeben lassen, welche durch analoge Deckoperationen ausgezeichnet sind wie die n gleichwertigen Geraden der Kristallklasse". Allein *Schoenflies* ging in richtiger Erkenntnis der kristallographischen Problemstellungen weiter. Er schrieb (1891!) „Es ist vor allem zu untersuchen, welche speziellen Annahmen über

Form und Qualität der Molekel den Theorien[2]) zugrunde liegen und welche weiteren Folgerungen implicite mit diesen Annahmen verbunden sind." Und weiterhin: „Er (der Mathematiker) muß den Spielraum genau abgrenzen, welcher bei jeder Theorie für die weiteren Hypothesen über die Natur der Kristallbausteine überhaupt noch übrig bleibt, damit der Kristallograph nicht im Zweifel darüber ist, innerhalb welches Rahmens sich in jedem Fall die zulässigen Annahmen über die chemische und physikalische Qualität der Molekel noch bewegen können." Die Mitteilung dieser klaren Erfassung der Problemstellung ist dem Verfasser Bedürfnis, ist doch erst vor ganz kurzem in Amerika ein Buch erschienen, das wie die „Geometrische Kristallographie des Diskontinuums" die analytisch-geometrische Ausarbeitung der Schoenfliesschen Theorie vermittelt, aber glaubt, von den Symmetriequalitäten als etwas Unwesentlichem absehen zu dürfen.

Schoenflies nannte die Gruppe von Operationen, die zur Charakteristik der regelmäßigen Molekelhaufen allgemeinster Art dient und aus deren sämtlichen Deckoperationen besteht, eine *Raumgruppe*. Er konnte dartun, daß es 230 verschiedene Raumgruppen gibt, die phänomenologisch den 32 auch anderweitig ableitbaren, möglichen Kristallklassen isomorph sind. Jede dieser Raumgruppen ist durch seine Angaben eindeutig charakterisiert, so daß es nach 1912 lediglich Aufgabe der Kristallographen war, die Befunde analytisch auszuwerten. Es gelang *Schoenflies* weiterhin zu zeigen, daß die Massenteilchen selbst in Form und Qualität ganz unbestimmt bleiben *können*, daß die resultierende Symmetrie eine reine *Anordnungssymmetrie* zu sein braucht. Indessen ist ihm völlig klar, daß das in Hinsicht auf die in erster Linie zu betrachtenden Bausteine nicht notwendigerweise so sein muß, und er gibt den Weg genau an, der zu den Spezialisierungen bei symmetriebegabten Bausteinen führt. Fragt man sich, warum die völlig ausgearbeitete und in allen Teilen klar erfaßte, weite Perspektiven eröffnende Darstellung von *Schoenflies* so lange Zeit nur geringen Eingang bei den Kristallographen fand (heute noch sind in *E. A. Tuttons* ausgezeichnetem Werke „Crystallography and Practical Crystal Measurement" die Sohnckeschen Bewegungsgruppen die einzigen eingehend behandelten), so sind außer der dem Kristallographen wenig vertrauten gruppentheoretischen (und deshalb doch gerade so eleganten) Darstellung zwei historisch leicht verständliche und das Verdienst des Forschers in keinerlei Weise schmälernde Punkte besonders zu erwähnen.

Schoenflies ist von der Voraussetzung ausgegangen, daß als individuelle Bausteine die Molekeln (oder sogar sogenannte Kristallmolekeln) in Frage kommen, daß es somit genüge, *einerlei* Punktarten zur Konstruktion des Kristallgebäudes anzunehmen. *Ein* Ausgangspunkt, der Schwerpunkt eines Massenteilchenhaufens von der dem Kristall als Ganzes zukommenden Zusammensetzung, wird in Betracht gezogen. Durch *Groth* und *Sohncke* war kurz vorher die Theorie aufgestellt worden, daß zweckmäßiger die einzelnen *Atome* als Bausteine angesehen werden. Diese Auffassung fand bei den Kristallographen, wie sich später herausstellte mit Recht, Anklang. *Schoenflies* unterließ nicht, darauf hinzuweisen, daß seine Theorie auch alle derartigen Fälle umfasse und zu deren Beherrschung keiner Erweiterung bedürfe. Allein die im Hauptteil angewandte Terminologie des Molekelhaufens mochte, wenn auch mit Unrecht, manchen Kristallographen abhalten, dies einzusehen. Dazu kamen Mißverständnisse über die Beziehung spiegelbildlich gleich umgebener Massenpunkte zur kristallographischen Enantiomorphie.

Der zweite Punkt scheint von größerer Bedeutung zu sein, wenn er auch nur unbewußt eine Rolle gespielt haben kann. *Schoenflies'* (übrigens auch *Sohnckes*) Problem*stellung* ist eine rein mathematische gewesen, die über die Erfahrung des Kristallographen hinausging. Die regelmäßigen Punktverteilungen interessieren den Kristallographen nur insoweit, als sie die Homogenität und Anisotropie der Kristalle veranschaulichen. Die Homogenität aber verlangt die von *Bravais* gefundenen Raumgitterstrukturen. Daß diese zugleich den Hauptteil der Symmetriegesetze der Anisotropie ergeben, ist zufriedenstellend. Wenn *Schoenflies* von der Kristallstruktur voraussetzt, daß sie durch den *höchsten Grad der Regelmäßigkeit* ausgezeichnet sei, und das definiert als: „jede Kristallmolekel ist von der Gesamtheit der Nachbarmolekeln auf gleiche Weise umgeben", wobei gleich nicht parallelgleich, sondern irgendwie deckgleich, inklusive spiegelgleich bedeuten soll, so hat er die denkbar schönste und einfachste Formulierung des Anordnungsgesetzes gefunden, *nicht aber die empirisch gegebene*. Erfahrungstatsache ist ja, daß in einem einheitlichen Kristall sicherlich in sehr kleinen Abständen Punkte auftreten mit parallel gleichem Verhalten. Niemals ist phänomenologisch eine derartige Beziehung innerhalb *eines* Kristalles gefunden worden, die zeigen würde, daß um zwei individualisierbare „Punkte" das Verhalten nur deck-, aber nicht paralleldeckgleich sei. Tritt so etwas auf, dann gibt die weitere Untersuchung dem Kristallographen, der behauptet, zwischen solchen Punkten sei eine Inhomogenitätsgrenze (Zwillingsbildung) stets recht. Wäre im Anschluß an die kristallographische Erfahrung etwa folgendermaßen argumentiert worden: „Die von *Bravais* gefundene, die Homogenität gewährleistende Raumgitterstruktur braucht nicht auszuschließen, daß ein Massenteilchen *außer* in parallelgleicher in irgendeiner anderen deckgleichen Art von den übrigen Teilchen umgeben ist, es muß deshalb untersucht werden.

[2]) Bei *Schoenflies* (Seite 248) der ganze Satz gesperrt, statt den Theorien steht nachbeziehend „ihnen".

welche dieser regelmäßigen Anordnungen allgemeiner Art *mit der Raumgitterstruktur verträglich sind*", so wäre der Anschluß an die Erfahrung gegeben gewesen. Nun allerdings, *Schoenflies* hat ja das in Wirklichkeit getan und dabei das *wichtigste Gesetz der Kristallstrukturlehre* gefunden, und es wäre eigentlich Sache der Kristallographen gewesen, seine Ergebnisse rein didaktisch anders darzustellen. Von mathematischem Standpunkte aus ist seine Entwicklung die einfachste und unzweifelhaft rationellste, das mußte ihm genügen. Das oben erwähnte Gesetz, die wichtigste Entdeckung von *Schoenflies*, lautet: *Allen regelmäßigen Punktsystemen allgemeinster Art kommt zugleich Raumgitterstruktur zu, das heißt, es stellt sich dann immer eine kurzperiodische Wiederkehr parallel gleich umgebener Punkte ein.* Man kann das mit *Schoenflies* auch so ausdrücken: *Jeder regelmäßige Teilchenhaufen geht durch Translationen in sich über, die eine endliche Gruppe von Translationen bilden.*

Ob wir also die Homogenität (d. h. vom Standpunkt des Diskontinuums, die Raumgitterstruktur) voraussetzen und dann die damit verträglichen regelmäßigen Anordnungen allgemeiner Art aufsuchen, oder ob wir ohne Rücksicht auf ersteres die durch den höchsten und allgemeinsten Grad der Regelmäßigkeit charakterisierten Punktanordnungen konstruieren, das Ergebnis ist das gleiche. Der Unterschied liegt didaktisch nur in folgendem. Das erstere Vorgehen setzt die reelle Homogenität (einen Begriff, der sich für das Diskontinuum als synonym mit Raumgitterstruktur erweist), der Erfahrung entsprechend, voraus. Im zweiten Falle wird die Annahme des allgemeinsten und höchsten Grades der Regelmäßigkeit einzig gemacht und es muß dann bewiesen werden, daß dadurch auch die reelle Homogenität gewährleistet wird. *Schoenflies* hat in seinem Buche das ganz klar ausgesprochen. Seite 360 wird erwähnt, daß für die Theorie der Kristallstruktur nur Raumgruppen bestimmter Eigenschaften in Frage kommen, und der Beweis des Satzes, daß überhaupt alle Raumgruppen diese Eigenschaften besitzen, findet sich im letzten Kapitel. Wäre dieser Beweis nicht geliefert, so würden die gesamten Ausführungen nur von mathematischem, nicht aber kristallographischem Wert gewesen sein. Die für den Kristallographen (durchaus nicht den Mathematiker) zentrale Stellung des Beweises ist nun etwas zu wenig in der Darstellung hervorgetreten, oder sagen wir besser, sie ist von den Vertretern der angewandten Wissenschaft nicht immer erkannt worden.

Schoenflies' Theorie ist wie jede mathematisch sorgfältig ausgearbeitete Darstellung in sich abgeschlossen und als mathematisches Kunstwerk auf ewige Zeiten wahr. Inwieweit sie als einzige Kristallstrukturlehre in Frage kommt, ist eine Angelegenheit des wissenschaftlichen Erlebens, der Experimentaluntersuchungen. Sofern indessen durch eine regelmäßige Anordnung von Massenschwerpunkten auch nur ein Teil der Wirkung zustande kommt, die das kristallisierte Verhalten auszeichnet, ist dieser Teil in ihr enthalten. Sie ist und bleibt in diesem Falle die Führerin, die auch Auskunft gibt über sonst noch zulässige Annahmen. Daß die an *Laues* Entdeckung anschließenden Untersuchungen gezeigt haben, daß mit der gesamten Mannigfaltigkeit der Schoenfliesschen Darlegungen zu rechnen ist, weiß heute jedermann. Die Fragen, inwieweit das „Gestaltliche" der Atome für die phänomenologisch wahrnehmbaren Symmetrieverhältnisse eine Rolle spiele, berühren die Theorie nur in dem Sinne, der von *Schoenflies* 1891 postuliert wurde.

Die Möglichkeit, Kristallstrukturen mit Hilfe der Röntgenstrahlen zu bestimmen, hat naturgemäß dazu geführt, die Theorie der Raumgruppen analytisch-geometrisch auszuarbeiten. Implicite ist in den Darlegungen von *Schoenflies* alles enthalten, jedoch in einer Form, die eine praktische Anwendung nicht unmittelbar gestattet. Die eingehendste analytisch-geometrische Untersuchung der 230 Raumgruppen oder Raumsysteme ist in des Verfassers Buch „Geometrische Kristallographie des Diskontinuums" enthalten, ein Teil dieser Ausführungen in rein tabellarischer Darstellung ist neuerdings auch in englischer Sprache erschienen[3]) (wobei formal noch etwas mehr expliziert wurde). Außerdem ergeben sich eine ganze Reihe von wichtigen Hilfssätzen, die unmittelbar aus der Theorie fließen, die jedoch bis jetzt in meinen Spezialarbeiten nur zum geringsten Teil veröffentlicht sind. Die „atomistische" Struktur der Kristalle schien es zudem dem Verfasser wünschenswert zu machen, gestützt auf *Schoenflies'* Untersuchungen die Theorie etwas anders darzustellen. Einzige Voraussetzung ist für den Kristallographen ein reell homogenes Diskontinuum, und dieses Diskontinuum wird als ein mathematisches Gebilde betrachtet, dessen weitere mögliche Symmetrieeigenschaften zu untersuchen sind. Die spezielle Punktlage innerhalb dieses Diskontinuums spielt nur noch die Rolle, die irgendeinem Punkte in einem mehrdimensionalen Gebilde zukommt. Da die Voraussetzung von der Homogenität ausgeht, braucht die Ableitung diese naturgemäß nicht zu beweisen, und da nach *Schoenflies* alle 230 durch verschiedene Symmetrie ausgezeichneten Raumgruppen reell homogene Diskontinua sind, muß eine solche Entwicklung die gleichen Resultate ergeben. Damit ist jedoch die letzte Reminiszenz an die „Kristallmolekeln" formal beseitigt. Ob verschiedenwertige Punkte von chemisch gleichen oder ungleichen Teilchen besetzt sind, ist ebenso gleichgültig, wie die Zahl der verschiedenen in Betracht zu ziehenden Bau-

[3]) The Analytical Expression of the results of the Theory of Spacegroups by *Ralph G. Wyckoff*. Carnegie Institution of Washington, October 1922.

steine. Der Kristallraum wird als ein in allen Teilen reelle Homogenität besitzender Raum aufgefaßt (Raumgitterstruktur), in dem alle Punkte an sich Schwerpunktsitz eines Massenteilchens sein können. Die mit reeller Homogenität verträglichen Symmetrieelemente, die zu besonderen Systemen gleichwertiger Punkte führen, werden aufgesucht und in bezug darauf ergibt sich die Einteilung in 230 Raumsysteme. Fassen wir zusammen:

Bravais hat nur die der reellen Homogenität entsprechende Mannigfaltigkeit aufgesucht und dabei einerlei konstituierende Punktlagen im Auge gehabt. Er hat die Frage nach den Translationsgruppen völlig zum Abschluß gebracht.

Schoenflies hat die allgemeinste Art einer regelmäßigen Punktanordnung in bezug auf ihre möglichen Deckoperationen untersucht und bewiesen, daß sie immer auch der reellen Homogenität entspricht. Im großen betrachtet auch er stets eine und nur eine konstituierende Punktlage, ohne indessen zu übersehen, daß dies an sich gleichgültig ist. *Er hat jede auf Anordnung von Massenteilchen gegründete Kristalltheorie durch seine mathematischen Untersuchungen implicite erfaßt.* Gestützt auf *Schoenflies* schien sich mir auf Grund experimenteller Ergebnisse jedoch jene Darstellung zu empfehlen, die oben skizziert ist und die einer völlig andersgerichteten Problemstellung entspricht, ohne abweichende Resultate zeitigen zu können.

In dem Werk „Kristallsysteme und Kristallstruktur" von *Schoenflies* sind in einer gedrängten Darstellung von 640 Seiten naturgemäß viele für den Kristallographen wichtige Erkenntnisse enthalten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Es sei an die gruppentheoretische Ableitung der 32 Punktgruppen (Kristallklassen) erinnert, die sich von den früheren eines *Hessel, Bravais, Gadolin, Fedorow, Curie, Minnigerode* und *Möbius* wesentlich unterscheidet. Besonders die Ausführungen über die Kristallsysteme und ihre Unterabteilungen sind bedeutsam. Daß die von *Schoenflies* gewählte Klassenbezeichnung in Zukunft wieder mehr zur Geltung kommen wird, ist fraglos, die von *Groth* gegebene wird in der eigentlichen Gestaltenlehre daneben bestehen bleiben. Die gruppentheoretische Ableitung der Raumsysteme mit den gruppentheoretischen Hilfssätzen besitzt fundamentale Bedeutung für derartiges Darstellungs- und Rechnungsverfahren. Wenn der Kristallograph sich mehr an das Gegenständliche der Symmetrieelemente hält, so darf er doch keineswegs Gruppentheorie und Vektoranalysis vernachlässigen. Im Hinblick auf die mit *Schoenflies* gleichzeitigen, ebenfalls vollständigen Erörterungen von *E. v. Fedorow* sind noch besonders wichtig die Abschnitte über die *reguläre Raumteilung.* Das Problem der Kristallstrukturen läßt sich ja von zwei gleichberechtigten Standpunkten aus betrachten, dem der regulären Raumteilung und dem der regulären Punktverteilung. Beide Darstellungsweisen haben sich nebeneinander entwickelt und sind einander nicht subordiniert, sondern koordiniert.

Mit den nicht minder berühmten Arbeiten von *Fedorow* setzt sich *Schoenflies* ferner in dem außerordentlich klaren Artikel in Band V der „Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften" (Heft 3, Seite 437—478) auseinander. Diese Darstellung ist durch scharfe Erfassung der Hauptpunkte ausgezeichnet und sollte von jedem Kristallographen gelesen werden. Der Artikel heißt: *Symmetrie und Struktur der Kristalle.* Nachdem das Gesetz der rationalen Indices und das Symmetriegesetz erläutert sind, wird die Formulierung der mathematischen Probleme vorgenommen. Einer Erläuterung des Gruppenbegriffes schließt sich eine kurze mathematische Ableitung der Symmetrieklassen (-gruppen) an.

Der Gedankengang bei Besprechung der einzelnen Strukturtheorien geht aus folgenden Zitaten hervor: „Es scheint verständlich, wenn sich die mathematischen und kristallographischen Vorstellungen im Gebiet der Strukturtheorien nicht völlig decken. Die mathematische Problemstellung muß naturgemäß nach den *allgemeinsten* regelmäßigen Molekelanordnungen fragen, aus denen die Grundgesetze der Kristallsubstanz als unmittelbare Folgerungen sich ergeben; der Kristallograph wird bestrebt sein, von allen derartigen Anordnungen die *einfachsten* aufzusuchen, und das sind unbestreitbar diejenigen, deren Molekeln parallele Lage haben." Ferner „Geht man diesen Gedanken nach, so kommt man zu der Forderung, alle Strukturen aufzusuchen, bei denen die Symmetrie *nur* von der *Anordnung* abhängt und eine *besondere* Qualität der Molekel *nicht* mehr nötig ist." Das ist nach *Schoenflies* die *„reine Strukturtheorie"*, die durch ihn erst völlig ausgearbeitet wurde. Wir sehen, daß auch hier *Schoenflies* den Hauptwert seiner allgemeinen Theorie in der allgemeinsten Voraussetzung und der Möglichkeit reiner Anordnungssymmetrie sieht. Von diesem Standpunkte aus betrachtet, läßt sich sagen, daß, *soweit Atome in Betracht kommen*, die Experimentaluntersuchungen weder die Bravaissche noch die Schoenfliessche Anschauung bestätigt haben. Den Atomen kommen im allgemeinen weder die nur einfachsten Lagen, noch die nur allgemeinsten Lagen zu. Doch möge auch hier wieder darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Schoenfliessche Lösung eine viel allgemeinere ist. Sie umfaßt alle möglichen Fälle und bedarf zur zweckmäßigen Verwendung nur der von mir vorgenommenen Umdeutung.

Schließlich hat *A. Schoenflies* auch in zwei wertvollen Artikeln in der „Zeitschrift für Kristallographie" zu den besonderen Fragen Stellung genommen, die sich nach den Laueschen und Braggschen Entdeckungen aufdrängten. Sie vermittelten uns jüngeren Kristallographen den Zugang zu seinem ewig jungen Hauptwerk. Möge es, das längst vergriffene, nochmals neu ent-

stehen, damit es, so wie es war und wie es uns lieb geworden ist, jeder Bücherei der Mineralogen, Mathematiker und Physiker einverleibt werden kann. Seinem Schöpfer aber entbietet die Mineralogie die herzlichsten Glückwünsche zum siebzigsten Geburtstagsfest. Unter den vielen Namen berühmter Mathematiker, Physiker und Chemiker, die sich mit speziellen Problemen der Kristallehre und der Mineralogie befaßten, wird der Name *Schoenflies* stets an einer ersten Stelle stehen.

Arthur Schoenflies als Mathematiker.

Von Ludwig Bieberbach, Berlin.

Weiten Leserkreisen dieser Zeitschrift wird der *Nernst-Schoenflies* ein guter Bekannter sein. Erst vor wenigen Wochen hat das Erscheinen der zehnten Auflage wieder bestätigt, wie begehrt das Buch ist. Und wieder ist es, ergänzt durch neueste Forschungsergebnisse, auf die Höhe der Zeit gebracht. Die Grundlagen des Relativitätsprinzips und die Theorie der Kristallgitter hat *Schoenflies* beigesteuert, der wie wenig andere die Höhe der wissenschaftlichen Auffassung mit dem Geschick des bewährten Pädagogen zu vereinigen versteht.

Am 17. April feiert der Nimmermüde in wirklich seltener Frische seinen siebzigsten Geburtstag. Sein mathematisches Werk und die Vorzüge seiner Persönlichkeit stimmen in harmonischster Weise zusammen. Sein menschliches Wohlwollen hat ihn stets dazu veranlaßt, die Ergebnisse seines Forscherfleißes in behaglicher, gut lesbarer Darstellung auch einem weiteren Kreise von Interessenten zugänglich zu machen. Freilich hat sich auch *Schoenflies* meist mit Fragen beschäftigt, die weit über den Kreis der engsten Fachgenossen hinaus auf Interesse rechnen konnten.

Die Anfänge seines Schaffens liegen in der synthetischen Geometrie und bei der Bewegungslehre. Er hat seine und fremde Ergebnisse zusammenfassend dargestellt in seiner „Geometrie der Bewegung in synthetischer Darstellung", Leipzig 1886, und später noch einmal in einem zusammen mit *Grübler* verfaßten Artikel in der Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften. Er hat selbst durch einige schöne geometrische Sätze die Theorie der allgemeinen Bewegung eines starren räumlichen Systems bereichert. Ich nenne nur ein Beispiel. Man betrachte drei verschiedene Lagen eines starren Systems. P sei irgendein Punkt des Systems in seiner Ausgangslage. In den beiden anderen Lagen des Systems gehe er in P_1 bzw. P_2 über. Wie muß man P wählen, damit P, P_1, P_2 in gerader Linie liegen? Die Antwort lautet: P muß einer gewissen Raumkurve dritter Ordnung angehören. Eine Kurve also, wie sie entsteht, wenn man zwei Kegel, die außerdem eine Mantellinie gemeinsam haben, zum Schnitt bringt. Es schließen sich Arbeiten über geometrische Konfigurationen an. Das sind Systeme von Punkten und Geraden in gewisser regelmäßiger Anordnung. Gegeben sind z. B. 10 Gerade und 10 Punkte. Sie sollen so angeordnet werden, daß auf jeder Geraden drei der Punkte liegen und daß durch jeden Punkt drei der Geraden gehen. Eine Lösung dieser Aufgabe wird z. B. durch die bekannte Figur des Desarguesschen Satzes der Geometrie geliefert: Zwei Dreiecke mit den Ecken A, B, C und A_1, B_1, C_1 sollen so gelegen sein, daß die Verbindungslinien AA_1, BB_1, CC_1 durch einen Punkt P gehen. Schneiden sich dann die Geraden AB/A_1B_1 in R, AC/A_1C_1 in S, BC/B_1C_1 in T, so liegen R, S, T auf einer geraden Linie g. Die 10 Geraden sind also AB, A_1B_1, AC, A_1C_1, BC, B_1C_1, AA_1, BB_1, CC_1, g; die 10 Punkte sind A, B, C, A_1, B_1, C_1, P, R, S, T. Ein anderes Beispiel einer Konfiguration würde die Figur des Pascalschen Satzes über Kegelschnitte liefern. Solche Vorkommnisse veranlaßten manchen Mathematiker zu einer systematischen Betrachtung solcher regelmäßigen Anordnungen von Punkten und Geraden. Zu ihnen gehört auch *Schoenflies*. Er hat sich namentlich mit der Frage befaßt, möglichst alle Konfigurationen mit einer gegebenen Zahl von Punkten und Geraden aufzufinden und ist in der Lösung dieser Frage weit vorgedrungen. Wieder andere seiner Arbeiten befassen sich in ähnlicher Weise mit der Aufzählung und Klassifikation der Kreisbogenpolygone. Das sind Figuren, analog den gewöhnlichen geradlinigen Polygonen. Statt gerader Linien hat man aber Kreisbogen als Seiten. Dabei darf man aber nicht an einen geschlossenen Linienzug ohne Selbstüberkreuzung denken. Vielmehr werden beliebige Überschneidungen der Polygonseiten zugelassen. Erst dadurch entsteht das Problem einer Klassifikation, das *Schoenflies* durch gewisse funktionentheoretische Untersuchungen von *Felix Klein* nahegelegt war. In der Zeit, da *Schoenflies* in Göttingen Extraordinarius war, hat *Klein*, wie auf alle, die je mit ihm zusammenkamen, auch auf *Schoenflies* eine ungemein anregende Wirkung ausgeübt. *Schoenflies*, dem schon seit seiner Berliner Studentenzeit der Ruf eines ungewöhnlich gut gebildeten Mathematikers vorausging, hat die anregende Wirkung *Kleins* stets gerne anerkannt und ist von jeher ein begeisterter Verehrer *Kleins* geblieben.

Der Göttinger Zeit gehören auch die Untersuchungen an, die *Schoenflies* im Gebiete der Bewegungsgruppen angestellt hat und die ihn heute zu einem weltberühmten Manne gemacht haben. Unter einer Bewegungsgruppe versteht man dabei ein System von Bewegungen des dreidimensionalen Raumes von folgender Eigenschaft: Wenn man zwei der Bewegungen nacheinander ausführt, so ist das Ergebnis immer wieder eine Bewegung des Systems. Übt man auf irgendeinen Punkt des Raumes alle Bewegungen der Gruppe aus, so entsteht eine Menge regelmäßig verteilter Punkte des Raumes. Diese Menge hat die Eigen-

tümlichkeit, daß durch jede Bewegung der Gruppe die Punkte der Menge untereinander vertauscht werden. Solche regelmäßig verteilte Punkte spielen nun in jeder Molekulartheorie der Kristalle eine Rolle, und das war der Grund, aus dem z. B. auch *Gauß* schon der Frage sein Interesse zuwandte. Freilich kommen für die Kristallographie nur einige dieser Gruppen in Betracht. Das sind diejenigen, für welche die erwähnte Punktmenge nirgends dicht liegt. Damit ist gemeint, daß in keinem endlichen Bezirk des Raumes unendlich viele der Punkte liegen sollen. Zunächst war es ein Mathematiker, der sich dieser Frage zuwandte. Es war der Franzose *Camille Jordan*, der Verfasser des berühmten Cours d'analyse. Freilich wäre er im Jahre 1868, in das seine gruppentheoretischen Untersuchungen fallen, noch nicht imstande gewesen, seinen Cours d'analyse zu schreiben. Denn der Weierstraßische Kritizismus hatte seine Einwirkung auf eine Umgestaltung der Mathematik kaum begonnen, und der befruchtende Einfluß der Cantorschen Mengenlehre ruhte noch im Schoße der Zukunft. So konnte unbegreiflicherweise *Jordan* 1868 noch meinen, die überall dichten Mengen seien mit dem Kontinuum identisch, eine Auffassung also, die ungefähr dem gleichkommt, zu meinen, die rationalen Zahlen seien die einzigen. Das war eine grundlegende prinzipielle Lücke in den Jordanschen Deduktionen. Daneben war noch manches Versehen in der Aufzählung der Gruppen zu rügen. Als nächster hat ein Mineraloge, *Sohncke*, in dieser Sache das Wort ergriffen. Bei ihm kamen freilich wieder die gruppentheoretischen Gesichtspunkte zu kurz. Das veranlaßte *Schoenflies*, die Frage erneut vorzunehmen. In seiner Darstellung kommt denn in der Tat keiner der vielen Gesichtspunkte zu kurz, die in die Theorie hineinspielen. Und in der Verschlungenheit der Beziehungen liegt stets ein eigentümlicher Reiz einer mathematischen Theorie. In kristallographischer Hinsicht hatte sich *Schoenflies* eine eigene Auffassung über den Aufbau der Kristalle gebildet. Der gleichzeitig erscheinende Aufsatz *Nigglis* berichtet über diese Dinge im einzelnen.

Kurz haben wir gerade die Mengenlehre gestreift. Ihr und damit den Grundlagen der Mathematik hat *Schoenflies* den größten Teil seiner Arbeiten gewidmet. Seine Grundeinstellung zu allen diesen prinzipiellen Fragen ist die einer praktischen Lebensklugheit. Er steht allen den Bemühungen, die der Mathematik eine ein für allemal sichere Grundlage geben möchten, mit abwartender Skepsis gegenüber. Paradoxien können seiner Meinung nach immer einmal wieder vorkommen. Sie sind ein Anzeichen dafür, daß man wieder einmal die Grundlagen revidieren muß zwecks Beseitigung der Quelle der Paradoxie. Solche Spekulationen liegen der kritisch und begrifflich gerichteten modernen Mathematik nahe. Durch die ganze Entwicklung der Mathematik zieht sich seit mehr als hundert Jahren ein steter Kampf um die Prinzipien. Die kühnen Schöpfungen *Georg Cantors* hatten in der Mengenlehre ein neues mathematisches Gebiet geschaffen, das auf der einen Seite von immenser Fruchtbarkeit war. War es doch ein Gebäude, unmittelbar erwachsen aus den Bedürfnissen konkreter mathematischer Fragestellung. Auf der anderen Seite aber erschienen nicht gleich aufs erste alle Begriffsbildungen hinreichend sicher fundiert, namentlich nicht unter den Händen derer, die weniger vorsichtig operierten als der Schöpfer selbst. So entstanden Paradoxien. Die bekannteste, die von der Menge aller Mengen, die sich nicht selbst als Element enthalten, kann man populär so wiedergeben: Man definiere als Dorfbarbier einen Mann des Dorfes, der alle und nur die über Bartwuchs verfügenden Dorfbewohner rasiert, die das nicht selbst besorgen, und die keinen Bart tragen. Dann lege man sich die Frage vor, wer denn nun eigentlich den Barbier rasiert. Dabei werde noch vorausgesetzt, daß der Barbier keinen Bart trägt, aber über Bartwuchs verfügt. Jede Beantwortung der Frage wird uns in Widerspruch zu der Definition setzen. Wenn er sich selbst rasiert, dann rasiert er ja einen, der das selbst besorgt. Rasiert er sich nicht selbst, so bekommt er entweder einen Bart, oder aber er hat keine Anlage zum Bart, oder aber er rasiert einen Mann nicht, der das nicht selbst besorgt. Die Menge aller Mengen, die sich nicht selbst als Element enthalten, ist eine ebenso paradoxe Begriffsbildung. Denn wenn sich diese Menge nicht selbst als Element enthielte, so müßte sie sich enthalten, und wenn sie sich selbst als Element enthielte, so könnte sie sich nicht als Element enthalten. Solche Paradoxien will die axiomatische Richtung in der Mengenlehre durch passende Einrichtung der Grundsätze ein für allemal verhindern. Diese müssen so beschaffen sein, daß man darnach eben den Begriff einer Menge aller Mengen, die sich nicht selbst als Element enthalten, gar nicht bilden kann, sondern, daß man nur solche Mengen bilden kann, deren Begriff nicht schon einen Widerspruch in sich birgt. *Schoenflies* steht solchen Bestrebungen, wie schon gesagt, skeptisch gegenüber. Er will hier dieselbe Methode verfolgt wissen, die auch jeder Naturwissenschaftler verwendet. Auch dieser muß stets gewärtig sein, daß ihm seine schönste Theorie durch neue Tatsachen über den Haufen geworfen wird. Neue Tatsachen, die die Theorie stürzen können, sind auf mathematischem Gebiete logische Widersprüche, zu denen die seitherigen Grundlagen führen mögen.

Diesen prinzipiellen Erwägungen steht manche eigene Entdeckung von *Schoenflies* zur Seite. Sein großer Bericht über Mengenlehre enthält auch viele eigene Leistungen von ihm selbst. Er hat durch das, was er auf diesem Gebiet geleistet hat, seinen Namen auf immer mit den Grundlagen der Analysis verknüpft.

Ich will nur ein oder zwei Beispiele herausgreifen. Jedermann, d. h. jeder Nichtmathematiker, wird gerne geneigt sein, zuzugeben, daß eine geschlossene Kurve ohne Selbstüberkreuzung eine Ebene, in der sie liegen möge, in zwei Gebiete zerlegt. Nicht so der Mathematiker. Er sucht sich zunächst einen Kurven*begriff* zu bilden. Wir wählen den von demselben inzwischen verwandelten *Camille Jordan* im Jahre 1893 in seinem Cours d'analyse gegebenen, wie er im Jordanschen Kurvensatz zum Ausdruck kommt: Das umkehrbar eindeutige und stetige Bild eines Kreises zerlegt die Ebene in zwei Gebiete. Nun aber erhebt sich die Frage: Sind damit alle Punktmengen erschöpft, welche Punkt für Punkt die gemeinsame Grenze zweier Gebiete sein können, in welche durch sie die Ebene zerlegt wird? *Schoenflies* hat die Antwort auf die Frage gefunden. In der Tat sind die im Jordanschen Kurvensatz genannten die einzigen, wenn man die Annahme, daß sie Punkt für Punkt gemeinsame Grenze zweier Gebiete sein soll, in der Schoenfliesschen Weise durch den exakten Begriff der Erreichbarkeit eines Punktes aus beiden Gebieten formuliert. Ein weiterer grundlegender Satz von *Schoenflies* ist der von der Invarianz des ebenen Gebietes bei umkehrbar eindeutigen und stetigen Abbildungen. Dabei entsteht immer wieder ein Gebiet, wie *Schoenflies* als erster vollständig bewiesen hat. Dieser Satz gehört heute, in der von *Brouwer* gegebenen Verallgemeinerung auf beliebig viele Dimensionen, zu den wichtigsten Sätzen der Analysis.

Einen abschließenden Blick auf die Fülle der Schoenfliesschen Leistungen zu werfen, ist heute noch nicht möglich. Bringt doch noch fast jedes Jahr neue Arbeiten des Jubilars. So besteht ja namentlich die Hoffnung, daß zum 17. April 1923 die zweite Auflage des berühmten Werkes über Kristallstruktur den Jubilar und die ganze wissenschaftliche Welt erfreuen wird.

Über die Entdeckung eines neuen riesigen Säugetiers im unteren Miozän Asiens.

Von Othenio Abel, Wien.

Schon im Jahre 1882 hatte *Blanford* bei einer geologischen Untersuchung der *Bugti Hills* in *Balutschistan* einige Reste von Nashörnern und Anthracotheriiden in dieser Gegend gesammelt, die von *Richard Lydekker* 1883 beschrieben wurden. Aber erst durch die monographische Bearbeitung der fossilen Säugetiere, die *Guy E. Pilgrim* in den Jahren 1907—1908 in dieser Gegend aufgesammelt hatte, erwachte ein lebhafteres Interesse an dieser Säugetierfauna, die vor allem durch die enorme Größe der meisten Arten auffiel. Da traten uns riesenhafte Raubtiere entgegen wie *Pterodon bugtiensis* Pilg. und *Cephalogale Shabazi* Pilg., große Rüsseltiere aus der Gruppe der Dinotherien und Mastodonten, gewaltige Nashörner wie *Cadurcotherium indicum* Pilg., *Aceratherium bugtiense* Pilg. und *A. gajense* Pilg., *Teleoceras fatehjangense* Pilg., schweineähnliche Paarhufer aus der ausgestorbenen Gruppe der Anthracotheriden, *Anthracotherium bugtiense* Pilg. und *Brachyodus giganteus* Lyd., große Vertreter der ausgestorbenen Unpaarhuferfamilie der Chalicotheriiden, wie *Phyllotillon naricus* Pilg. u. v. a.

Bei Expeditionen, die *C. I. Forster-Cooper*, jetzt Superintendent des Zoologischen Museums der Universität Cambridge, in den Jahren 1911 und 1912 nach Balutschistan ausführte, kamen weitere sehr merkwürdige Säugetierreste in den Bugti-Beds von Chur-lando in den Bugti Hills von Balutschistan zum Vorschein. In mehreren vorläufigen Mitteilungen machte uns *Forster-Cooper* mit diesen Formen bekannt, unter denen ein neues Nashorn, *Paraceratherium bugtiense* Forster-Cooper, durch seine ungewöhnliche Größe auffiel. Daneben hatten sich aber auch andere Reste eines riesenhaften Säugetiers gefunden, das an Körpergröße nicht nur die übrigen ohnedies schon gewaltigen Bugti-Säugetiere weit übertraf, sondern überhaupt eines der größten fossilen Säugetiere darstellt, die bis jetzt bekanntgeworden sind.

Die ersten Reste, die *Forster-Cooper* in den „Annals and Magazine of Natural History" in London im Oktober 1913 beschrieb, hatten von ihm den Namen *Thaumastotherium Osborni* erhalten, doch mußte dieser Name, da er bereits für ein anderes Säugetier vergeben war, in *„Baluchitherium Osborni"* abgeändert werden.

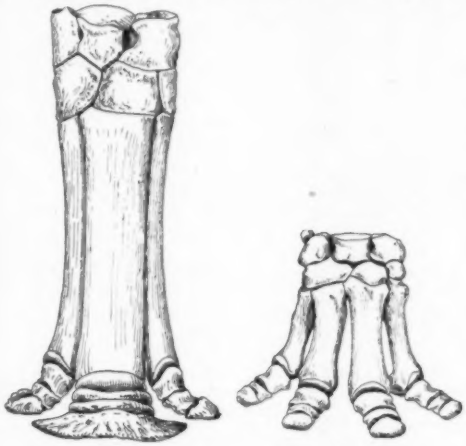
Es darf gewiß als ein sehr merkwürdiges Zusammentreffen bezeichnet werden, daß kurze Zeit nach der ersten Entdeckung dieser Reste in Balutschistan weitere Überreste derselben Art in der Provinz *Turgai* in *Nord-Turkestan*, nördlich vom Aralsee, entdeckt wurden, die von dem russischen Paläontologen *A. Borissjak* 1917 unter dem Namen *Indricotherium turgaicum* beschrieben wurden.

Vor wenigen Wochen veröffentlichte *C. I. Forster-Cooper* eine eingehendere Mitteilung über die Reste des *Baluchitherium Osborni* aus Balutschistan in den „Philosophical Transactions" der Royal Society in London; und wenige Tage nach dem Empfange dieser Abhandlung kam uns aus New York die Mitteilung zu, daß es *Walter Granger*, dem Paläontologen der amerikanischen Expedition nach China unter der Leitung von *Roy Chapman Andrews* gelungen ist, einen fast vollständigen Schädel von *Baluchitherium* in *China* zu entdecken, der bereits Ende Dezember im American Museum in New York eingetroffen ist und auf dessen Beschreibung wir in hohem Maße gespannt sein dürfen.

Bis jetzt sind von diesem eigenartigen Säugetier verschiedene Skelettreste, darunter auch sehr dürftige Kieferreste mit einigen Zähnen aus

den Schichten von Turgai in Nordturkestan bekanntgeworden, die *Borissjak* beschrieben hat. Die Reste aus Balutschistan bestehen einstweilen nur aus einzelnen Wirbeln und Gliedmaßenknochen, die jedoch so sonderbar gestaltet sind, daß es schwer ist, sich ein genaueres Bild von der systematischen Stellung dieses Säugetiers zu machen.

Als sicher feststehend kann bis jetzt betrachtet werden, daß es sich in den Resten, die unter dem Namen *Baluchitherium Osborni* vereinigt wurden, um Knochen eines ungeheuer großen Huftieres handelt, das mit den Unpaarhufern, besonders mit den Pferden, Nashörnern, Chalicotheriiden und Titanotheriiden, die nächsten verwandtschaftlichen Beziehungen aufweist, ohne daß es jedoch



A B

Fig. 1. A. Handskelett von Baluchitherium Osborni Forster-Cooper aus den Bugti-Beds (Untermiozän) von Churlando in Balutschistan. — Rekonstruktion von *C. I. Forster-Cooper* (1923).

B. Handskelett von Brontotherium gigas Marsh aus dem Unteroligozän (Titanotherium-Zone) Nordamerikas. — Nach *C. I. Forster-Cooper*. (Das Tier hatte die Größe eines Elefanten.)

Beide Figuren im gleichen Reduktionsverhältnisse: $^1/_{12}$ der natürlichen Größe.

möglich wäre, die neue Gattung und Art einem der bisher bekanntgewesenen Stämme der Unpaarhufer einzugliedern. Die Schwierigkeiten der Feststellung der Verwandtschaftsverhältnisse dieses Riesen bestehen nicht in der Größe der Knochen, sondern in der Form derselben, die von allen bekannten Unpaarhufern abweicht, obwohl dies die einzige Gruppe der Huftiere ist, die mit *Baluchitherium* in nähere Beziehungen gebracht werden kann.

Die Eigenart des Gliedmaßenbaues und die enorme Größe von *Baluchitherium Osborni* tritt uns am augenfälligsten bei der Betrachtung des Handskelettes entgegen (Fig. 1).

Die Rekonstruktion der Handwurzel, der Mittelhand und der Finger, die *C. I. Forster-Cooper* auf Grund der ziemlich vollständig erhaltenen Reste entworfen hat, zeigt, daß die Handwurzel aus kräftig entwickelten Knochen besteht, die einer aus drei sehr langgestreckten Fingern und Mittelhandknochen bestehenden Hand aufruhen. Der Bau und die Form dieser Hand weicht von allen bisher bekannten Typen unter den Huftieren ab; es sind Anklänge an gewisse dreizehige Nashorntypen und an dreizehige Pferde (z. B. *Anchitherium*) vorhanden, ohne daß es jedoch möglich wäre, diese Ähnlichkeiten bis in Einzelheiten zu verfolgen. Am meisten erinnert die ganze Gestalt der Hand an jene, die wir bei *Diplodocus*, also bei einem „Dinosaurier", durch *Osborn* kennengelernt haben. Wenn natürlich auch nicht im entferntesten an eine Verwandtschaft mit *Diplodocus* gedacht werden darf, so gibt uns diese Ähnlichkeit in der Form doch vielleicht einen Fingerzeig auf eine ähnliche Lebensweise von *Baluchitherium* und *Diplodocus*. Jedenfalls waren die Gliedmaßen säulenförmig gestaltet und außerordentlich hoch, denn *die Handwurzel muß mit ihrem oberen Ende ungefähr 80 cm über dem Boden erhoben* gewesen sein.

Der Oberarmknochen erreicht eine Länge von 84, der Oberschenkelknochen eine Länge von 120 cm. Diese Humeruslänge bleibt freilich hinter der Länge des riesigen Elefanten-Humerus zurück, der vor kurzem in den Mosbacher Sanden bei Mainz gefunden worden ist und den mir mein Freund und Kollege *O. Schmidtgen* unlängst bei einem Besuche seines schönen Museums in Mainz gezeigt hat; dieser Humerus erreicht eine Länge von 148 cm, und dieses Individuum von *Elephas trogontherii* Pohlig, den wir als den Vorläufer des Mammuths (*Elephas primigenius* Bl.) zu betrachten haben, ist daher zweifellos gleichfalls als eines der riesigsten Säugetiere anzusehen, die je gelebt haben; dieser Eiszeitelefant war auch bedeutend größer als das gewiß „gigantische" *Dinotherium* aus dem unteren Pliocän Rumäniens (im Museum zu Bukarest), dessen Humerus nur 110 cm lang ist. An Körpergröße wird, wie aus dem Vergleiche der Dimensionen der großen Gliedmaßenknochen von *Baluchitherium* mit dem großen *Dinotherium* in Bukarest zu erschließen ist, die neue Art ungefähr dasselbe Ausmaß erreicht, aber vielleicht deshalb einen höheren Eindruck gemacht haben, weil die Handwurzel von *Baluchitherium* viel höher über dem Boden steht, als dies bei irgendeinem anderen Säugetier bis jetzt bekanntgeworden ist.

Sehr sonderbare Verhältnisse zeigen die Fußwurzelknochen, besonders der Astragalus, der zwar manche Ähnlichkeiten mit einem Rhinocerotiden-Astragalus aufweist, aber doch wieder in wichtigen Merkmalen, so in der Lage der Gelenkflächen, sehr ausgeprägte Eigentümlichkeiten besitzt. Wie *Forster-Cooper* betont, geht aus der Anordnung der Gelenkflächen hervor, daß die Winkelung der Abschnitte in der Hinterglied-

maße durchaus anders als bei *Rhinoceros* gewesen sein muß und daß die Gliedmaßen mehr den Charakter von Säulen hatten, wie ja auch aus der sehr merkwürdig gestalteten, *diplodocus*ähnlichen Hand und dem Humerus hervorgeht.

Die Gestalt des Humerus ist gleichfalls durchaus eigenartig und kann nicht in engere Vergleiche mit Nashörnern, Pferden und Titanotherien gebracht werden. Vor allem überrascht die ungewöhnlich starke Entwicklung der Tuberositas interna (des Innenhöckers am Oberende des Knochens) im Gegensatze zu der des Außenhöckers, eine Erscheinung, die das gerade Gegenteil von der Regel darstellt. Eine Grube für den Biceps, die sonst die beiden Höcker am Oberende des Humerus zu trennen pflegt, ist bei *Baluchitherium* überhaupt nicht zu beobachten, und ebenso fehlt die Deltaleiste fast ganz. Dies läßt immerhin einen Schluß auf die Funktion der Armmuskulatur zu, die bei *Baluchitherium* jedenfalls ganz anders ausgebildet gewesen sein muß als z. B. bei einem Nashorn. Aus der Lage des Gelenkkopfes ist gleichfalls auf eine sehr steile Stellung, eine „Säulenstellung" des Humerus zu schließen.

Der Oberschenkelknochen zeigt in seinem Gesamtbilde Übereinstimmungen mit denen der großen Rüsseltiere; er ist in der Vorderansicht breit und in der Richtung von vorne nach hinten auffallend dünn. Der dritte Trochanter liegt etwa in halber Schaftlänge, ist aber nur schwach entwickelt.

Zu den eigenartigsten Teilen des Skelettes gehören die Wirbel, von denen der erste, dritte (oder vierte) und sechste Halswirbel sowie der erste Brustwirbel vorliegen. Der Atlas ist von enormer Größe: der Abstand der beiden Enden seiner Seitenflügel beträgt 475 mm!

Der dritte Halswirbel zeigt einen Traversenbau im Bereiche des Wirbelkörpers, wie er für die Chalicotheriiden bezeichnend ist und den ich (1920) in Verbindung mit einer für diese Säugetiere bezeichnenden Kopfhaltung gebracht habe. Während z. B. bei den Nashörnern der Wirbelkörper sehr massiv ist, ist dies bei den Chalicotheriiden — und ebenso bei *Baluchitherium* — nicht der Fall; hier ist der Wirbelkörper auf die beiden Gelenkflächen (die vordere konvexe und die hintere konkave) sowie auf eine vertikale Knochenlamelle als Verbindungsstück beider Gelenkflächen reduziert. Am auffallendsten an den Wirbeln ist aber die Gestalt des Dornfortsatzes des ersten Brustwirbels, wie *Forster-Cooper* hervorhebt.

Das Gesamtbild, das wir uns auf Grund der vorliegenden Reste aus Balutschistan mit Hinzuziehung der wenigen Reste von Kieferfragmenten und Zähnen aus Nordturkestan zu bilden vermögen, ist einstweilen noch sehr lückenhaft. Dabei ist es auch nicht einmal ausgeschlossen, daß sich die verschiedenen Knochenfunde auf mehrere Arten verteilen, die zwar ungefähr demselben Kreise der Unpaarhufer angehören, aber doch voneinander vielleicht sehr verschieden gewesen sein können. Freilich ist die im allgemeinen übereinstimmende Größe der Reste ein Anhaltspunkt dafür, daß sie zu einer Art zusammengehören; wenn wir aber bedenken, daß gerade in den untermiocänen Bugtischichten von Balutschistan Vertreter der verschiedensten Säugetierstämme durch eine geradezu abnorme Größe gekennzeichnet sind, so muß uns dieser Umstand wieder zur Vorsicht mahnen. Nun ist aber Ende Dezember 1922, wie die amerikanischen Meldungen besagten, ein Schädel von *Baluchitherium* nach New York gelangt, über den wir wohl sehr bald genauere Nachrichten erwarten dürfen, die geeignet sein werden, die systematische Stellung dieses Tieres genauer festzustellen, als dies bis jetzt möglich ist. Jedenfalls ist die Entdeckung von *Baluchitherium* ein wissenschaftliches Ereignis, das unter den Entdeckungen der letzten zwanzig Jahre nur dem des merkwürdigen Arsinoitherium im Alttertiär Ägyptens an die Seite gestellt werden kann. Zweifellos wird uns die genauere paläontologische Erforschung Asiens noch viele für unsere Wissenschaft wertvolle Entdeckungen bringen.

Die ersten akustischen Tiefseelotungen.

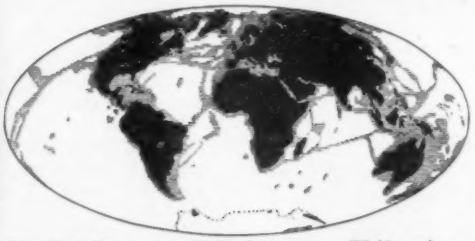
Die Methode der akustischen Lotung ist in den letzten drei Jahren außerordentlich vervollkommnet worden, in Deutschland bekanntlich durch *A. Behm*, dessen Echolot sich in flachen Gewässern durchaus bewährt hat. Für die Zwecke der Tiefseelotung hat *Behm* eine besondere Form seines Lotes angegeben, bei dem photographische Registrierung zur Anwendung gelangt[1]). In einem späteren Aufsatze stellt der Erfinder einen neuen Kurzzeitmesser für Tiefseelotung in Aussicht. Von einer Anwendung dieser Verfahren *Behms* über große Tiefen ist bisher nichts bekanntgeworden, offenbar weil die Erlotung großer Meerestiefen nicht im unmittelbaren Interesse der praktischen Schiffahrt gelegen ist.

Für die Wissenschaft hat jedoch die Vervollkommnung der akustischen Lotmethode gerade nach dieser Richtung außerordentliche Bedeutung. Von ihrem Standpunkte aus kann der Schelf fast aller Kontinente und Inseln als gut vermessen gelten, dagegen die gewaltigen Flächen der Tiefsee als nahezu unbekannt. Nur die Nebenmeere und im freien Ozean wenige bevorzugte Kabellinien weisen mehr als *eine* Tiefseelotung in *einem* Gradfeld auf (vgl. Fig.).

Groll errechnete einmal, daß noch 26 400 Lotungen angestellt werden müßten, um in allen Gebieten von mehr als 3000 m Tiefe *eine* Lotung auf *einem* Gradfeld zu besitzen, eine Aufgabe, die bei der bisher üblichen Methode ungeheure Kosten und einen Zeitraum von Jahrzehnten, wenn nicht Jahrhunderten erfordern würde. Den schönen Tiefenkarten von *Groll* liegen rund 15 000 Lotungen zugrunde, wovon der größere Teil auf Tiefen oberhalb 3000 m fällt. Aber auch dann, wenn jedes Gradfeld eine Lotung aufwiese, so wäre uns der Meeresboden nur in seinen großen Zügen bekannt, kämen doch dann erst 4—5 Lotungen auf eine Fläche von der Größe der Schweiz.

[1]) Vgl. diese Zeitschr. 1923, H. 9, S. 149 ff.

Bei diesem Stande unserer Kenntnis darf man es als den Beginn einer neuen Epoche in der Erforschung der Meerestiefen bezeichnen, daß es während der Fahrt des U. S. S. „Stewart" von Newport (nördl. New York) nach Gibraltar in der Zeit vom 22. bis 29. Juni 1922 gelang, nicht weniger als 200 akustische Tiefseelotungen, im Maximum bis 5852 m Tiefe, auszuführen. Die Ergebnisse sind in Form eines Bodenprofiles mit eingeschriebenen Tiefenzahlen und einer Karte mit Schiffsroute und Positionen auf der Rückseite der „Pilot Charts" Februar 1923 des „Hydrographic Office" in Washington veröffentlicht. Die äußerst knapp gehaltene Erläuterung besagt folgendes: „In den Gewässern von weniger als 100 Faden Tiefe wurden die Tiefen erhalten durch Messung des Winkels zwischen der Verbindungslinie der Empfänger und des vom Meeresboden reflektierten Schalls. Die Schallquelle war entweder die Schiffsschraube oder ein Schallgeber, der im unteren Teile des Schiffsrumpfes angebracht war. Bei größeren Tiefen wurde die Tiefe ermittelt durch Messung des Zeitintervalls zwischen Schallerzeugung eines „Oszillators" und Eintreffen seines Echos vom Meeresboden. Außerdem verwendete die „Stewart" ihren Apparat zum Zwecke der Navigierung bei bedecktem Himmel in der Gegend der



Die Verteilung der Tiefseelotungen. Weiß gelassen sind die Gebiete mit *einer* Tiefseelotung und weniger auf *einem* Gradfeld (1° = 111 km). (Nach Zeitschr. Ges. f. Erdkde. Berlin 1911, S. 117.)

Josephine- und Gettysburg-Bank, desgleichen bei der Einfahrt in die Straße von Gibraltar."

Wir erfahren nichts Näheres über die Konstruktion des Apparates und über die zugrunde gelegte Schallgeschwindigkeit, müssen daher die Zuverlässigkeit dieser Lotungen an denen auf gleicher Route vorliegenden Drahtlotungen prüfen. Konstruiert man auf Grund der im Institut für Meereskunde aufbewahrten Arbeitskarten von *Groll*, die in großem Maßstabe gezeichnet alle erreichbaren Lotungen enthalten, für den Reiseabschnitt Newport—Azoren das entsprechende Bodenprofil, so findet man *in den Hauptzügen eine Übereinstimmung in den Ergebnissen beider Methoden.* Jedoch ergeben sich im einzelnen bemerkenswerte Unterschiede. Die größere Zahl der akustischen Lotungen (125 gegenüber 50 Drahtlotungen) bedingt naturgemäß im allgemeinen ein abwechslungsreicheres Relief. Das bisher außerordentlich einförmige Profil löst sich in eine Folge von wenn auch sanft geneigten Einzelformen auf. Eine interessante Ausnahme hiervon macht das Gebiet zwischen 48° und 60° West. Auf einer Strecke von fast 900 km ergeben 33 akustische Lotungen einen völlig ebenen Meeresboden mit Tiefen zwischen 5050 und 5240 m, während die etwas nördlich davon gelegene Serie der Drahtlotungen gerade ein ziemlich unruhiges Relief andeutet. Noch eine zweite auffällige Tatsache erhellt aus dem Vergleich. In der überwiegenden Zahl von Fällen (38 von 50) ergeben die *akustischen* Lotungen *geringere* Tiefen als die mit Lotmaschine und Draht ausgeführten, und zwar im Mittel aller Abweichungen *154 m*, d. h. 4 % der mittleren Tiefe von 4500 m. Die Abweichungen sind begründet in den Fehlerquellen beider Methoden. Übereinstimmend haftet beiden Verfahren als empfindlichste Fehlerquelle die Unsicherheit der Ortsbestimmung auf offenem Meere an, die man im allgemeinen auf ± 1 Seemeile veranschlagt. Schon aus diesem Grunde kann man eine völlige Übereinstimmung zweier selbst nach gleichen Methoden durchgeführten Lotserien nicht erwarten. Bei der Drahtlotung treten ferner eine Reihe von Fehlerquellen auf, die sich aus dem Einfluß der Wasserbewegung auf Schiff und Lotdraht ergeben: Schiffsabtrift, Schrägstellung des Drahtes, Ausbiegung desselben infolge Tiefenströmung, die sämtlich in gleichem Sinne, nämlich vergrößernd auf das Ergebnis wirken. Das stimmt mit den Erfahrungen der Kabelingenieure überein, die „im allgemeinen alle Tiefenangaben der Lotmaschinen im tiefen Wasser als um einige Meter zu groß ansehen. Wenn nämlich die mehrere Zentner schweren Kabelanker an ihren schweren Stahltauen auf die zuvor erlotete Tiefe hinuntergelassen werden, so treffen sie meist schon am Boden auf, ehe noch völlig die Meterzahl, die nach der Lotung auszugeben wäre, über die große Kabelwinde ausgelaufen ist" (*Stahlberg* 1920, S. 36). Unser oben erhaltenes Ergebnis würde dem Sinne nach diese Erfahrung bestätigen, wenn auch 154 m wesentlich mehr ist als „einige Meter". Den Fehlerquellen der Drahtlotung stehen die der akustischen gegenüber, die sich mangels systematischer Vergleichsmessungen und im vorliegenden Falle mangels näherer Angaben über den benutzten Apparat nicht abschätzen lassen. Zu berücksichtigen wäre 1. ein etwaiger Fehler in der angenommenen Schallgeschwindigkeit im Wasser (in Süßwasser bei 8° C 1435 m pro Sek.), verursacht durch Einflüsse von Temperatur, Salzgehalt und Druck, und 2. Fehler der Zeitmessung. Für die Schallgeschwindigkeit im Wasser gilt die Beziehung $c = \sqrt{\frac{1}{\varrho \cdot K}}$, worin ϱ die Dichte, K die Kompressibilität bedeutet (vgl. *Aigner* 1922, S. 43 ff.). Da die Kompressibilität den drei Größen (Temperatur, Salzgehalt, Druck) umgekehrt proportional ist und andrerseits der Einfluß des Salzgehaltes auf die Dichte durch die umgekehrte Wirkung der Temperatur nahezu kompensiert wird, so ergibt sich, daß die Schallgeschwindigkeit mit steigender Temperatur, steigendem Salzgehalt und Druck zunimmt. Die Nichtberücksichtigung dieser drei Faktoren muß also zu einer zu kleinen Wassertiefe führen. Dieser Fehler würde ebenfalls im Sinne unserer oben gefundenen Abweichungen liegen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß das amerikanische Bodenprofil der ersten akustischen Lotungen der Tiefsee in den großen Zügen ein durchaus plausibles Bild des Reliefs ergibt, daß es aber noch systematischer, bis zu großen Tiefen durchgeführter Vergleichsmessungen zwischen beiden Methoden bedarf, um die vorhandenen anscheinend einseitigen Differenzen zu erklären. Die Vervollkommnung dieser neuen Methode, die sich unschwer auf jedem Schiff während der Fahrt anwenden läßt, ist von nicht abzuschätzender Bedeutung für die Morphologie des Meeresbodens[1]).

Georg Wüst.

[1]) Nach Mitteilung von Herrn Prof. *H. Maurer* haben die Amerikaner neuerdings akustische Tiefseelotungen auch im Mittelländischen Meer, Indischen und Pazifischen Ozean durchgeführt bzw. begonnen.

Literatur.

Franz Aigner, Unterwasserschalltechnik, Berlin 1922.
A. Behm, Das Behm-Echolot. Annalen der Hydrographie 1921, S. 241.
Derselbe, Über die Weiterentwicklung des Behm-Lotes und das Prinzip des Kurzzeitmessers. Ebenda 1922, S. 289.
Pilot Chart, Febr. 1923. Graphic representation of soundings taken by U. S. S. „Stewart" with Sonic Depth Finder. Hydrographic Office, Washington.
Max Groll, Tiefenkarten der Ozeane. Veröff. Inst. f. Meereskunde, N. F. Reihe A, Heft 2, Berlin 1912.
Walter Stahlberg, Die Ermittlung der Meerestiefe. Sammlung Meereskunde Heft 154/155, Berlin 1920.

Besprechungen.

Hinneberg, Paul, Die Kultur der Gegenwart, ihre Entwicklung und ihre Ziele. III. Teil, 5. Abtlg. **Anthropologie**, unter Leitung von *G. Schwalbe* und *E. Fischer*. Bearbeiter: *E. Fischer, R. F. Graebner, † Moritz Hoernes, Th. Mollison, A. Ploetz*, und *† G. Schwalbe*. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1923. VIII, 684 S., 102 Abbildungen und 29 Tafeln. 18 × 27 cm.

Ein umfassendes und gut ausgestattetes Werk. Bedauerlich bleibt es nur, daß das Buch nicht bis zum Erscheinungsjahr fortgeführt wurde; neu daran ist eigentlich nur die Einleitung vom Jahre 1922, und so wird jedem Studenten, der sich mit dieser außerordentlich wichtigen Materie befassen muß, die Mühe auferlegt, viele andere und leider nur kurz angeführte Literatur durchzuarbeiten. Auf alle Fälle bleibt die Anlage des Werkes interessant und dankenswert.

E. Fischer gibt zuerst eine gute Darstellung über *„Begriff und Geschichte der Anthropologie"*.

Mollison bringt *„Technik und Methode der physischen Anthropologie"*, eine Beschreibung verschiedener von ihm und anderen Gelehrten konstruierten Apparate. Auf weiteren neunzig Druckseiten erörtern nun *Fischer* und *Mollison* gemeinsam die „Allgemeine Anthropologie". Hier wirkt etwas befremdend das allzu deutliche Bestreben, den immerhin nicht ganz unbedeutenden Fund des Homo Mousteriensis und die von *Klaatsch* daran erkannten und begründeten Eigentümlichkeiten mit viel Stillschweigen zu übergehen. Mehr Anerkennung wird den Arbeiten von *Marcelin Boule* in Paris und dem Schädel von La Chapelle-aux-Saints gewidmet, obwohl eigentlich bekannt sein dürfte, daß die Finder dieses Diluvialschädels erst lange Wochen nach der Entdeckung Fachleute zur Festlegung des Fundhorizontes auf den Platz geführt hatten. Die Arbeiten von *Klaatsch*, dem genialen Führer der modernen Anthropologie, werden mit der einzigen Bemerkung abgetan: „die Anthropologie dankt *Klaatsch* reiche Förderung". Nun wird die Tatsache der Bestattung des Homo Mousteriensis in Zweifel gezogen; etwas unangenehm könnte man dadurch berührt sein. Fünfzehn Jahre nach dem wichtigen Fund und sieben Jahre nach dem Tode von *Klaatsch* werden diese Forschungsergebnisse nun mißdeutet. Meine stratigraphisch-topographisch unbedingt einwandfrei ausgeführten Ausgrabungen brauche ich wirklich heute nicht mehr zu verteidigen.

Es ist anzuerkennen, daß *Fischer* in seinem Abschnitt „Rassenlehre" versucht, dem viel zu weit gehenden Begriff „Rasse" durch Festlegung von anthropologisch umgrenzten Kreisen entgegenzuarbeiten. Auf diesem Wege gelangen wir zu einer klaren Übersichtlichkeit anthropologischer Variationsunterschiede auf geographisch relativ eng umschriebenen Gebieten. Ich gehe mit *Fischer* vollständig einig, wenn er die bisherige archäologische Fixierung der „Cro Magnonrasse" als unhaltbar bezeichnet (S. 156). Meine wiederholten Kontrollgrabungen in Cro Magnon (1898, 1899, 1905, 1907, 1911, 1912) haben mir Belege für die Unhaltbarkeit der landläufigen und willkürlichen stratigraphischen Behauptungen des Cro Magnonhorizontes an Hand gegeben. — Im Interesse der Menschforschung läge es, wenn Männer wie *E. Fischer* sich mehr mit den von mir einwandfrei ergrabenen Tatsachenbefunden befassen möchten. Theorie und Praxis, Anthropologie und Diluvialarchäologie könnten in voraussetzungsloser Zusammenarbeit Großes leisten; seit dem Tode *Klaatschs* ruht leider diese Gepflogenheit und deshalb tragen die wenigen seither erschienenen anthropologischen Veröffentlichungen einen unverkennbaren Zug ins Kleinliche.

Es ist gut, daß *E. Fischer* die Schädelfunde von Grenelle (S. 158) auf den richtigen Horizont reduziert; denn *Rutot* hat gerade hierin eine heillose Verwirrung geschaffen. Die Deutung der Grimaldirasse — ihre Ausgrabung ist ohne Zuhilfenahme der modernen Ausgrabungstechnik erfolgt — dürfte sich durch Heranziehung mittlerweile neu gewonnener Gesichtspunkte erweitern lassen. In der Richtigstellung der „Pygmäenrasse" vom Schweizersbild erwirbt sich *E. Fischer* unbestreitbar ein Verdienst. Vollauf muß man ihm auch beipflichten, wenn er die von *Kossinna, Wilke, Hahne* u. a. etwas reichlich „kriegsbeeinflußte" Indogermanenforschung als eine Aufgabe der historischen Anthropologie bezeichnet und sie auf ein logisches Maß zu reduzieren versucht. Sehr interessant lesen sich die Fischerschen Ausführungen über Ägypter, Hottentotten, Neger, Wedda, Melanesier und Eskimo. Damit schließt ein erster und großer Teil des Werkes ab, und *G. Schwalbe* († 1916) hat auf 114 Seiten das Wort über *„Die Abstammung des Menschen"*.

Schwalbe gibt eine instruktive Auseinandersetzung im Streit der Meinungen, ob Konvergenz oder Verwandtschaft dann anzunehmen sei, wenn Übereinstimmungen im Organisationsaufbau von Mensch und Tier die Frage nach der Abstammung des ersteren aus dem letzteren aktuell werden lassen. Eine abschließende Antwort ist einfach noch nicht möglich. Viele Verbindungsglieder fehlen; auch die Paläontologie wird sie nicht restlos zu geben vermögen. Allzu viele Träger wichtigster Primitivzustände sind m. E. in nichtkonservierende Schichten gelangt und ihr Fehlen kann nur durch logisch aufgebaute Brücken ersetzt werden. Der menschliche Stammbaum bleibt vorläufig bis zu einem gewissen Grade hypothetisch, und mit Recht verlangt *Schwalbe*, daß die Abstammungslehre des Menschen nur auf Grund vergleichend-anatomischer Betrachtungsweise aufgebaut werde.

Schwalbe teilt die Beweise zur tierischen Abstammung des Menschen in anatomische, embryologische, physiologische und pathologische. Er zeigt schon an den rudimentären Organen, wie diese, nach *Wiedersheim*, zu Zeugnissen seiner Vergangenheit werden. Die Atavismen werden leider nur kurz behandelt, aber ihre geistvolle Gruppierung zeigt, daß man nicht immer an Anklänge überwundener Entwicklungsstadien zu denken braucht, des öfteren weit eher an noch weit vorausliegende, progressive Umbildungen. Daß rudimentäre Organe oft im embryonalen Zustand deutlicher ihre Herkunft aus niederen Formen verraten, wird dann in einem glänzend gestalteten Kapitel eingehend behandelt. Der Blutreaktion von *Friedenthal-Uhlenhuth* sind weitere fesselnde Ausführungen gewidmet.

Die Systematik der Primaten zeigt, daß eine völlige Übereinstimmung in der Stellung zwischen Halbaffe und Primaten noch nicht erzielt ist. Auf die ernsthaften Untersuchungen *Adloffs* konnte in diesem Kapitel leider „nicht eingegangen werden". Mit beachtenswerter Gründlichkeit wird der Homunculus von Ameghino auch an dieser Stelle ins Reich irreführender Phantasie verwiesen. Über die allgemeine Abstammung der Primaten geht *Schwalbe* dann zu der zoologischen Stellung des Menschen innerhalb der Primaten und verknüpft die Frage menschlicher Abstammung eng mit derjenigen der Menschenaffen, worin man ihm nur beipflichten kann. Nicht zu verstehen aber ist es, wenn *Schwalbe* behauptet, man könne Mensch und Anthropoide nicht auf eine Entwicklung aus gleicher Urwurzel reduzieren und sie so nebeneinander evolvieren lassen. Mir will scheinen, daß mit der nun folgenden kurzen Randbemerkung (S. 271) die genialen Forschungen von *Klaatsch* ebenso wenig abgetan werden können wie die Herausgabe seines Nachlaßwerkes durch *Heilborn*. Hart stößt da eben Meinung auf Meinung und letzten Endes bleibt eben alles doch nur Denkmöglichkeit. Damit leitet *Schwalbe* über zum Diluvialmenschen und klassiert ihn auf der kulturgeologischen Einteilung von *Penck*. Hier pflichte ich *Schwalbe* unbedingt bei. Wir besitzen noch keine bessere, klarere und prägnantere Einteilung als wie sie uns *Penck* gegeben hat, und alles was inzwischen dagegen versucht worden ist, bleibt Irreführung und müßiges Bemühen. (*Hugues Obermaier, Joseph Bayer* u. a.) Die paläozoologischen Befunde müssen aber, das haben wir wohl inzwischen auch gelernt, mit etwas größerer Vorsicht als Belege für klimatische Vegetationswandlungen herangezogen werden. Ich erinnere u. a. nur an die Ergebnisse der Untersuchungen von *Stromer* über die Ochotonidae Südafrikas.

Der Begriff „eolithische Kultur" verwirrt heute noch viele Köpfe, denen es nicht vergönnt war, durch lange Praxis die Evolution ältester Kulturen auch intuitiv zu erfassen.

Die Funde aus Krapina und Ehringsdorf werden wohl noch verschiedentliche Umarbeitungen über sich ergehen lassen müssen, und zwar besonders dann, wenn die ungeheuer wichtigen und noch völlig verkannten Schädel aus Prědmost einmal in richtige Beziehung zu ihrem exakten stratigraphischen Fundhorizont gebracht werden. Heute möchte ich nur darauf hinweisen, daß Prědmost für Anthropologen und Diluvialprähistoriker noch viel ungelöste Probleme umschließt. Man sehe sich einmal den männlichen Schädel von Prědmost an, seine Supraorbitalwülste, das Gesichtsskelett und dann die dazu gehörige mandibula; man vergleiche das alles mit dem Frauenschädel und prüfe dann die zum Männerschädel angeblich zugehörigen sogenannten „Solutréenfunde". Prědmost liefert aber auch für die Diluvialgeologen ein kleines Rätsel: einen in einem Travertinblock eingeschlossenen, rezenten Unterkiefer!?

Auf S. 284 hat sich ein kleiner Irrtum eingeschlichen: der Schädel des Homo Mousteriensis wurde nicht „1907 von *Hauser* gemacht und 1908 von *Klaatsch* und *Hauser* gehoben", sondern 1908 entdeckt und gehoben. Über die von *Schwalbe* bemängelte Zusammenstellung des Schädels durch *Klaatsch* brauche ich mich nicht weiter zu äußern. Ich erinnere nur daran, daß die Gegner von *Klaatsch*, die das wertvolle Dokument wieder auseinander zu nehmen und neu zu gestalten hatten, bei dieser Arbeit wohl heute noch säßen, wenn ihnen *Klaatsch* nicht gezeigt hätte, wohin einzelne Fragmente gehörten. Und was man mit der brutalen Abmeißelung an den Kieferplatten, gegenüber der ursprünglichen Zusammenstellung erreicht hat, wissen die Fachleute am besten und jedem mitleidigen Laien wird es augenfällig.

S. 285 sagt *Schwalbe*, daß die Bestattung des Homo Mousteriensis eine zweifellos feststehende Tatsache sei und S. 291 meint er, die Bestattung erscheine ihm doch nicht annehmbar, denn der arme Urmensch habe doch eigentlich noch nichts besessen, sei kulturlos gewesen und verstand noch nicht einmal, sich Haustiere zuzulegen. Diese Logik will mir recht merkwürdig erscheinen. Auf Grund meiner 25jährigen praktischen Tätigkeit auf dem Gebiete der Diluvialarchäologie habe ich bis jetzt geglaubt, daß der Grad einer immerhin nicht abzuleugnenden und sich stetig steigernden „Kultur" des Urmenschen am besten an der Evolution der Artefakte abzuschätzen wäre. Jedenfalls ist *Schwalbes* Annahme einer Nichtbestattung, weil der Urmensch „keinen anderen Kulturbesitz hatte, als nur Steinwerkzeuge" unhaltbar.

Mit dem Ende des Mousterien (S. 292) tritt keineswegs, wie *Schwalbe* meint, „der jetzt lebende Mensch in Erscheinung". Die Funde von Krapina, Prědmost, Ehringsdorf, Mitteldeutschland, Wildkirchli, Cotencher, La Micoque usf. werden hierüber noch wichtige Aufschlüsse zu geben vermögen.

Der Eoanthropus Dawsoni wird von *Schwalbe* mit vollem Recht negiert: der Piltdownfund schaltet als menschliches Dokument vollständig aus und Pithecantropus erectus stellt wohl nur ein Mittelglied zwischen Menschenvorläufer und Urmenschen dar. Die „Aurignackulturüberreste", von denen *E. Fischer* im Zusammenhang damit (S. 296) spricht, dürften sich bei genauerer Prüfung als etwas ganz anderes herausstellen. — S. 306, Zeile 8 von oben müßte es heißen: Aurillac, statt Aurignac. — Leider fehlen Angaben über den entwicklungsgeschichtlich hochbedeutenden Fund von Rhodesia, der in einem so umfassenden Werk vom Jahre 1923 unbedingt hätte berücksichtigt werden müssen.

Schwalbes Kapitel „Menschwerdung" zeigt, wie sehr wir leider noch auf Hypothesen angewiesen sind und wie viel unproduktive Energie im Streit der Meinungen verloren geht. *Schwalbe* betont ausdrücklich, daß die ältesten Reste des Menschen bis jetzt nur aus dem Beginn des Quartärs zu finden seien, die ältesten Anthropoiden aber gehen zurück bis ins Tertiär, und wenn man die Gibbons und ihre Vorläufer mit hinein beziehen wolle, sogar bis ins Oligozän. Menschenreste aber seien noch aus keiner Tertiärschicht gefunden. Die fossilen Anthropoiden des Tertiärs und Oligozäns seien, so meint *Schwalbe*, relativ kleine Wesen. Wollten wir nun aber mit *Klaatsch* einen Urmenschenvorläufer da hinein denken, so würde er als nicht zu verstehendes riesenhaftes Wesen erscheinen und außerhalb der Entwicklungslinien liegen, die *Schwalbe* für allein richtig in Anspruch nimmt. Somit glauben *Schwalbe* und *Fischer* die spezifisch menschliche Formbildung erst aus den Formen des Miozäns ableiten zu müssen.

Hier liegt der Schwerpunkt der sich bekämpfenden Hypothesen von *Schwalbe* und *Klaatsch*. *Schwalbe* geht noch etwas weiter und sagt, wenn man den Urmenschenvorläufer schon mit den kleinen Miozänaffen zusammenleben lassen wolle, würde man besser daran tun, den Menschen gleich als „außernatürlichen Schöpfungsakt" zu erklären! Aber gerade hier hat die grandiose Denkmöglichkeit *Klaatschs* vielleicht den größten Anspruch, berücksichtigt zu werden. Wenn alle vergleichend-anatomischen Deduktionen nur in dem von

Schwalbe angeführten Endresultat gipfeln, dann gehen sie kaum über den Wert einer persönlichen Ansicht hinaus. Er hat an anderer Stelle zugegeben, daß die fossilen Anthropoidenformen wenig Abweichung von den heutigen zeigen: eine Entwicklung, wie sie die Gattung homo durchgemacht, ging ihnen also ab, es fehlte ihnen gewissermaßen das Wachstumsmoment. Nun ist nicht ersichtlich, weshalb der Urmensch bis zum Quartär nicht eine höhere Stufe hätte erreichen können, als die Anthropoiden, und weil er sie tatsächlich erreicht hatte, ist der große Klaatschsche Ideengang keineswegs durch die Hypothesen *Schwalbes* erledigt. Hier könnte auch *Klaatsch* nur entgegnen, daß gerade *Schwalbes* letzte Folgerung ein Beweis für die Diskutierbarkeit seiner eigenen Theorie abgäbe. Es ist auch biogenetisch kaum auszudenken, daß die Gattung Homo auf der verhältnismäßig kurzen Strecke Miozän-Quartär aus der Affenhaut in die eines Menschen geschlüpft sein könnte, während sie es auf dem noch kürzeren Weg vom Beginn des Quartärs bis zum Magdalenien rasch vom homo neandertaliensis bis zum grazilen Höhlenkünstler, in knapp 300 000 Jahren, gebracht haben sollte. Es ist möglich, daß die Klaatschsche Theorie einer orangoiden und gorilloiden Wurzel noch der Erhärtung durch weitere Tatsachenfunde bedarf. Aber jedenfalls zeigt gerade der Gipfelpunkt aller Schwalbeschen Darlegungen, daß die Annahme von *Klaatsch* — gemeinsame Urwurzel von Anthropoiden und Urmenschen — keineswegs als widerlegt zu betrachten ist und von ihrer Logik nichts eingebüßt hat. Wenn *Fischer* in einer lapidaren Anmerkung erklärt, daß die Ansichten von *Klaatsch* in Anthropologenkreisen nicht geteilt werden, so ist damit für die Klaatschschen Schlußfolgerungen noch lange kein Gegenbeweis erbracht.

Auf 100 Druckseiten folgt nun die *prähistorische Archäologie von Moritz Hoernes.*

Wir wissen alle, mit welch umfassendem Geiste *Moritz Hoernes* sich den urgeschichtlichen Kulturproblemen gewidmet hat. Ein glänzendes Denkmal wird seinem Schaffen gerade mit diesem Teil gesetzt. Der Tod hat den genialen Prähistoriker viel zu früh abgerufen. Vieles aus den neuen Forschungsergebnissen konnte *Hoernes* nicht mehr verarbeiten und ich weiß aus der mit ihm gepflogenen Korrespondenz, daß er sich den neuen Tatsachenbefunden gegenüber keineswegs ablehnend verhielt. Die vorliegende Arbeit ist leider schon vor beinahe zehn Jahren abgeschlossen worden und daher nur noch in allgemeinen Umrissen gültig. Die vielen Abbildungen begleiten den Text in vorbildlicher Weise.

Mit 150 Seiten folgt die *Ethnologie von E. Graebner.*

Nach einer historischen Einleitung läßt der Verfasser alle Kulturkreise vor uns erstehen und unterstützt seine Darlegungen durch reichen Tafelschmuck. Seine Ausführungen werden zu einer glänzenden Grundlage einer wirklichen Weltgeschichte gerade derjenigen Gebiete, die sonst abseits vom Wege liegen bleiben. Die Ethnologie eröffnet uns erst notwendige retrospektive Analysen zur Urzeit und vermittelt Verständnis für Gegenwart und Zukunft. Ein großes Literaturverzeichnis öffnet uns die Quellen zum Weltverstehen.

Die letzten 70 Seiten der „Anthropologie" führen uns in Neuland.

Alfred Ploetz bringt einen fundamentalen Abriß zur *Sozialanthropologie.* Er nennt sie ein Grenzgebiet zwischen Anthropologie und Soziologie; aber dieses Grenzgebiet wird sich bei sachgemäßer Pflege sehr bald zu einem Wissenszweig herausbilden, der für Gelehrte und Politiker, für Volkswirtschaft und Handel von unbedingter Notwendigkeit ist.

Es war m. E. eine glänzende Idee, gerade dieses Kapitel als Abschluß einer Anthropologie im weitesten Sinne zu stellen. Mehr und mehr muß sich die Erkenntnis Bahn brechen, daß die Wissenschaft vom Menschen keine Materie ist, die von Fernstehenden nicht auch erfaßt werden könnte. Die richtig verstandene Anthropologie wird zur Lehrmeisterin der Menschen. *O. Hauser, Berlin.*

Hulth, J. M., Bref och skrifvelser af och till Carl von Linné. 1. Afdelningen, del 8: bref till och från Svenska enskilda personer, *Kalm—Laxman.* Upsala 1922. 200 S.

Die umfangreiche, von der Universität Upsala veranstaltete Herausgabe von *Linnés* Briefwechsel zieht mit diesem Band einige Zeitgenossen des großen Naturforschers in ihren Kreis, deren Mitteilungen von der Begeisterung der Entdeckungen im Zeichen der neuen Methode durchweht sind. Manche interessanten Angaben finden sich darin, die die Zivilisation der damaligen Zeit spiegeln; manche persönliche Bemerkung läßt berühmte Gelehrte, die meist nur aus ihren Werken bekannt sind, menschlich etwas lebendig werden. Von diesem allem kann hier nicht gesprochen werden; nur einige botanische Notizen mögen herausgegriffen werden.

Von *Peter Kalm*, einem der bekanntesten Schüler *Linnés*, enthält das Buch nicht weniger als 40 Briefe. Auf Reisen in Schweden und Rußland, auf denen er seinen Gönner Baron *Bjelke* begleitet, sehen wir ihn bemüht, die von *Linné* beschriebenen Pflanzen wiederzuerkennen; mit aufmerksamem Blick erfaßt er die phänologischen und geographischen Besonderheiten der ihm fremden Floren. Es wundert uns nicht, daß *Linné* ihn nach dieser guten Vorbereitung durch die von ihm gegründete Akademie nach Nordamerika schicken läßt. Einige Heil- und Nutzpflanzen, meint er in einem Schreiben an *Kalm*, sollen die Kosten der Reise einbringen, die wissenschaftlichen Ergebnisse die Schriften der Akademie bereichern. So hören wir von dem Reisenden, wie er nach einigen Zwischenfällen um die Jahreswende 1747/48 über Norwegen nach London gelangt und Ende 1748 in Philadelphia seinen Wohnsitz nimmt. Auch hier beweist er Sinn für die vergleichende Floristik und macht sich auf Grund von Beobachtungen über Akklimatisation Gedanken über die Klimabedingungen der ihm neuen Flora. Eine Reise nach Quebec gibt ihm Gelegenheit, u. a. die Abnahme der Artenzahl in nördlicher Richtung zu bestätigen, die sein Meister in Lappland gefunden hatte. Besonders beachtenswert erscheinen ihm zwei Gattungen: *Nelumbium* — „ein Sumpfgewächs, das einem aus Ägypten beschriebenen gleicht" — und eine *Andromeda*, die eher einer *Pirola* ähnelt und in zwei Arten vorkommt: die später von *Linné* ihm zu Ehren *Kalmia* benannte Ericacee. Nach seiner Rückkehr (1751) sehen wir *Kalm* mit der Herausgabe seiner Reiseschilderung beschäftigt. Die Beschreibung der neuen Arten schiebt er *Linné* zu, indem er dessen edelmütiges Angebot, sie selbst zu veröffentlichen, mit dem Hinweis auf den uneigennützigen Dienst der Wissenschaft ablehnt, sich auch die Benennung nach seinem Namen verbittet. In Åbo in Finnland, wo er Professor wird, versucht er dann, die mitgebrachten Samen auszusäen. Fast muß er Geistlicher werden, um Land zur Verfügung zu bekommen; schließlich geht es aber auch ohne dies Opfer, und er erlebt die Freude, seine Pflanzen keimen,

wachsen und blühen zu sehen, sogar Früchte von einem zweijährigen Ahorn ernten zu können. Im übrigen ist er nun mit der Flora seines Wohngebietes beschäftigt; er kann z. B. die zirkumpolare Verbreitung von *Andromeda calyculata* feststellen, die er aus *Linnés* Kamtschatkapflanzen und von Quebec her kennt und die ihm dann durch einen Studenten von einem finnischen Standort gebracht wird. Den Plan, als Ablösung für den Probst einer schwedischen Gemeinde wieder nach Nordamerika zu gehen, hat er nicht ausgeführt.

Briefe verschiedener Leute, die Persönliches und Anfragen über Pflanzen, Tiere und Mineralien enthalten, sollen samt *Linnés* Antworten hier übergangen werden mit Ausnahme eines kleinen Ereignisses, das in botanischen Gärten leicht vorkommen kann: *Linné* hatte einen mit größter Vorsicht beförderten Teestrauch aus Indien lebend erhalten; als dieser aber nach zwei Jahren blühte, erwies er sich als unecht.

Hervorzuheben sind dagegen die langen Berichte *Erich Laxmans*, der als deutsch-lutherischer Pfarrer in Sibirien, von *Linné* angeleitet viele Arten aus der dortigen Flora mitteilt und genau beschreibt, z. B. *Koelreuteria paniculata, Cortusa Gmelini, Rhododendron dahuricum.* *Fr. Markgraf, Berlin-Dahlem.*

Hagen, Werner, Die deutsche Vogelwelt nach ihrem Standort. Magdeburg, Creutzsche Verlagsbuchhandlung, 1922. VIII, 188 S., 74 Textabbildungen und 4 doppelseitige Tafeln. 15 × 22 cm.

Auf den Zweck, dem *Hagens* Büchlein gelten soll, weist der Untertitel hin: Ein Beitrag zur Zoogeographie Deutschlands und zugleich ein Exkursionsbuch zum Kennenlernen der Vögel. Je mehr man sich in das Werkchen vertieft, um so mehr gelangt man zu der Überzeugung, daß die zoogeographischen Betrachtungen dem Verfasser als die Hauptsache erschienen. Der Zusatz ist wohl nur hinzugefügt, um einen größeren Leserkreis auf das Buch hinzuweisen. Dabei drängt sich uns aber unwillkürlich der Gedanke auf, daß dieser Gesichtspunkt nicht gerade der geeignetste war, wenn es sich darum handeln soll, einen Anfänger mit der Vogelwelt unseres Vaterlandes vertraut zu machen. Vermag doch erst ein ziemlich erfahrener Vogelkenner die Einzelbeobachtungen in solche Gedankenkreise richtig einzuordnen. Selbst der Verfasser war ja gezwungen, viele seiner genetischen Erklärungen nur mit großem Vorbehalt anzuführen. In einem verhältnismäßig elementaren Buch sind aber Erklärungen, die über ein „wohl" „vermutlich" usw. nicht hinausgelangen, leicht vom Übel. Außerdem führt die Betrachtungsweise der Vogelwelt nach Standorten, was die einzelnen Spezies angeht, oft zu Wiederholungen, die der angehende Feldornithologe, der Wesen, Aussehen und Stimmen der Vögel kennen lernen will, um so schmerzlicher empfindet, als der Raum an und für sich sparsam bemessen ist. Aus diesen Gründen dürften die Schriften von *Voigt* und *Hoffmann* gerade dem Anfänger wertvollere Dienste leisten.

Doch wir täten dem wackeren Vogelwärter am lübischen Strande bitter Unrecht, wenn wir uns auf diese negative Kritik beschränkten. Gerade an ornithologischen Büchern dieses Umfangs und dieser Preislage ist kein Überfluß, und es ist doch eine alte Erfahrung, daß der Naturfreund, der seinen *Voigt* und *Hoffmann* mit Nutzen gebrauchte, sich bald nach anderer anregender Kost umsieht. Er soll an *Hagens* Büchlein nicht vorübergehen, zeigt ihm der Lübecker Ornithologe doch den Weg vom rein sinnlichen Beobachten zum selbständigen Denken, diesen Weg, den jeder wandern muß, dem die Beschäftigung mit der Natur wirklich einen Ertrag bringen soll, der seine fröhliche Mühe lohnt. Dabei möchten wir eigens hervorheben, daß die Abschnitte über Wasser-, Sumpf- und Strandvögel, wo *Hagen* vom eigensten gab, auch rein sachlich betrachtet, wesentlichen Wert besitzen.

Sehr wichtig, und zwar besonders für den Anfänger, sind dann auch die zahlreichen Abbildungen. Versteht es doch *Karl Neunzig* als ein Tiermaler, der nicht ausgestopfte Federbälle zeichnet, sondern mit der seelischen Eigenart der einzelnen Spezies wohl vertraut ist, auch auf dem farblosen Holzschnitt die Arten so darzustellen, daß seine Bilder nicht nur ein Buchschmuck, sondern ein treffliches Anschauungsmittel sind, nach dem man die Vögel in der Natur zu erkennen vermag. Wer Bilder wie das der Weidenmeise, der Spatzen, Würger und Baumläufer nicht nützen kann, dem wäre wohl auch mit farbigen Bildern kaum gedient.

So dürfen wir denn über *Hagens* Werkchen das zusammenfassende Urteil fällen, daß wohl nur wenige Leser seinen ganzen, vielseitigen Inhalt recht bewältigen werden, daß es aber vielen vieles bieten kann. Und deshalb sollte es der angehende Ornithologe so bald als möglich neben seinen *Voigt* und *Hoffmann stellen.*

Fritz Braun, Danzig-Langfuhr.

Mohs, Karl, Neue Erkenntnisse auf dem Gebiete der Müllerei und Bäckerei. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1922. 68 S. 16 × 23 cm.

In dem vorliegenden Büchlein wendet sich Verf. zunächst an die Praktiker des Müllerei- und Bäckergewerbes. Gerade beim Studium der Vorgänge, die bei der Reifung des Getreidekornes, bei der Lagerung und Vermahlung des Getreides sich abspielen und bei der viel umstrittenen Frage der Backfähigkeit des Mehles hat uns die Kolloidchemie so viele neue Gesichtspunkte und Anregungen geliefert, daß es mit Freuden zu begrüßen ist, daß Verf. es unternommen hat, in leicht faßlicher Form seine Leser mit kolloidchemischen Begriffen vertraut zu machen. Er beginnt mit der von *Th. Graham* aufgestellten Definition für Kristalloide und Kolloide. Dann finden sich treffliche Schilderungen der Dialyse, Quellung, der Sole, Gele und Koagele. An Beispielen werden die einzelnen Phasen der Zustandsformen erläutert. Sehr eingehend beschäftigt sich Verf. mit dem typischen Kolloid Eiweiß, besonders mit dessen Bildung während des Wachstums und der Reife des Getreidekornes. Kolloidchemisch betrachtet, bedeutet die Reife des Kornes eine allmählich fortschreitende Entwässerung der Eiweißsole zu den Eiweißgelen und bei der Nachreife zu den Koagelen. Auf der verschiedenen Quellbarkeit der hauptsächlichsten Eiweißarten der Getreidearten, des Gliadins und Glutenins, dürften nach Ansicht des Verf. zum größten Teil die Verschiedenheiten zwischen ausländischen und inländischen Weizenarten in bezug auf deren Backfähigkeit beruhen. Bei der Vermahlung des Getreides, bei der Teigbereitung, der Teiggärung und dem Backprozeß erfahren wir, daß aus den trockenen oder starren Gelen durch Quellung wieder die ursprünglichen Gele entstehen. In einleuchtender Weise führt uns Verf. die Kleberbildung und dessen Eigenschaften bei der Teigbereitung im Lichte kolloidchemischer Anschauung vor und kommt dann zu der für Müller und Bäcker gleich wichtigen Frage der Backfähigkeit der Mehle. Die zur Festlegung dieses Begriffes ausgearbeiteten Verfahren werden geschildert und besonders eine Methode eingehend beschrieben, welche die Verschiedenheit der Vikosität von Teiglösungen bestimmter Konzentration als Maßstab der wechselnden Back-

fähigkeit des Getreides aufstellt. Verf. macht sich die Anschauungen *W. Ostwalds* zu eigen, die letzterer in einer Denkschrift „Über kolloidchemische Probleme bei der Brotbereitung" niedergelegt hat, doch betrachtet er nicht, wie dies *Ostwald* tut, das Wasser als Dispersions- oder Verteilungsmittel des Teiges, sondern den den ganzen Teig durchsetzenden Kleber, der auch beim ausgebackenen Gebäck als das die Porenwände bildende Material in Erscheinung tritt.

Der zweite Abschnitt behandelt die enzymatische Kraft der Mehle, die sich in der Hauptsache aus der stärke- und der eiweißabbauenden Wirkung der Diastase und der Peptase zusammensetzt. Die Eigenschaften und die Fähigkeit dieser beiden Fermente werden in einleuchtender Weise geschildert, wobei sich Verf. auf die von *Abderhalden* und *Fodor* ausgesprochene Anschauung stützt, daß die Fermentwirkung an sich und der Grad ihrer Tätigkeit in der Hauptsache auf der Art ihrer kolloidalen Zustandsform, also ihrer physikalischen Eigenschaften, und erst in zweiter Linie auf ihrer chemischen Zusammensetzung beruht. Ein ausführliches Literaturverzeichnis der kolloidchemischen Literatur erhöht den Wert des vorliegenden Werkes. *C. Brahm, Berlin.*

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Erdrotation und tektonische Bewegungen der Erdkruste

Auf die Mitteilung von Herrn *Fr. Nölke* in Heft 11 (Seite 207—208) der „Naturwissenschaften" sei mir eine kurze Erwiderung gestattet. In Heft 6 (Seite 87 bis 88) dieses Jahrganges machte ich darauf aufmerksam, daß die Erdrotation unter gewissen Bedingungen tektonische Bewegungen der Erdkruste beeinflussen müsse, und wies darauf hin, daß diese Einflüsse sich, je nach der Art der sie erzeugenden vertikalen Bewegungen, in horizontaler Richtung als Zusammenschub, Zerrung, Torsion, bzw. in kombinierten Wirkungen äußern könnten.

Herr *Nölke* unternimmt nun den rechnerischen Nachweis, daß die Faltengebirge der Erde viel ausgedehnter und massiger seien, als daß sie durch die von mir herangezogenen Verschiebungskräfte entstanden sein könnten, was den Eindruck hervorzurufen geeignet ist, als ob ich die Gebirgsbildung ausschließlich oder hauptsächlich auf diese Kräfte hätte zurückführen wollen. In meiner kurzen Betrachtung ist jedoch davon gar nicht die Rede; ich stimme vielmehr in dieser Beziehung den Ausführungen des Herrn *Nölke* vollkommen bei, ohne mir jedoch die ziffernmäßig von ihm errechneten Beträge zu eigen zu machen. Es lag mir nur daran, die Aufmerksamkeit der Geographen und Geologen auf jene, aus der Veränderung der Rotationsgeschwindigkeit sich ergebenden, von diesen Fachkreisen aber bisher meines Wissens nicht berücksichtigten horizontalen Kraftkomponenten zu lenken. Daß diese Kräfte und ihre Wirkungen nur klein sein können, glaube ich deutlich genug zum Ausdruck gebracht zu haben, u. a. durch den Passus, es scheine mir nicht statthaft zu sein, die aus der Geschwindigkeitsänderung resultierende Wirkung *ganz* zu vernachlässigen. Meine Ansicht geht also dahin, daß der nicht zu bestreitende Einfluß der Erdrotation immerhin groß genug sein dürfte, um *neben* den sonst noch bei tektonischen Bewegungen wirkenden Kräften, über die wir ja leider nur wenig wissen, Anspruch auf Beachtung zu verdienen, und daß in günstigen Fällen möglicherweise eine beobachtbare Wirkung hervorgerufen werden könnte.

Auch darf nicht übersehen werden, daß eine Auffaltung, wie sie z. B. Herr *Nölke* errechnet, infolge der dabei stattfindenden Hebung von Gesteinsmassen ihrerseits erneut horizontale Verschiebungskräfte auslöst.

Berlin, den 19. März 1923. *O. Baschin.*

Astronomische Mitteilungen.

Die Verteilung der Sterne verschiedener Spektraltypen in der Milchstraße untersucht *Shapley* in Harvard Circular 240. Da ausführliche Abzählungen des Henry-Draper-Katalogs an anderen Observatorien im Gange sind, beschränkt sich *Shapley* auf 48 ausgewählte Felder, davon 23 längs der Milchstraße selbst, 11 längs des Parallelkreises + 10° gal. Breite und 14 längs des Parallelkreises — 10° gal. Breite. In diesen Feldern sind 11 030 Sterne heller als 8,25 enthalten, die sich folgendermaßen auf die einzelnen Typen verteilen. Es ist die Anzahl in einem Feld von 100 Quadratgrad:

Typus	Breite + 10°	0°	— 10°
B	6	30	16
A	65	97	83
F	16	19	18
G	22	26	22
K	64	69	61
M	16	18	16

Schon in diesen wenigen Zahlen zeigt sich die Zusammendrängung gegen die Milchstraße, am stärksten bei den B- und A-Sternen.

Abgesehen von Unregelmäßigkeiten bei den B- und M-Sternen ist die Verteilung in galaktischer Länge fast vollkommen gleichförmig. Es macht sich nur in der Gegend zwischen 340° und 20° die große Spalte in der Milchstraße geltend. Erst wenn man zu ferneren Regionen, d. h. zu schwächeren Sternen übergeht, treten Ungleichförmigkeiten zutage.

Von der Gesamtzahl der untersuchten Sterne gehören 38 % dem A-Typus, 29 % dem K-Typus an. Dies deutet an, daß diese beiden Typen — vom K-Typus natürlich die Riesensterne — in den uns näher gelegenen Teilen der Milchstraße bei weitem überwiegen.

Die dunklen Nebel im Taurus machen sich nur in der Verteilung der schwachen A- und K-Sterne geltend, während die F- und G-Sterne und die hellen A- und K-Sterne davon unberührt bleiben. Man schließt daraus einerseits, daß die F- und G-Sterne diesseits der dunklen Wolke stehen, also Zwerge sind, der größte Teil der K-Sterne dagegen jenseits der Wolke sich befindet und uns durch sie teilweise verdeckt wird. Die Entfernung der Wolke selbst kann daraus zu etwa 250 parsecs abgeschätzt werden.

Wasserstoff-Emissionslinien in B-Spektren. Bisher kannte man nur Fälle, wo im Laufe der Zeit Wasserstoff-Emissionslinien in den Spektren von B-Sternen verschwanden (Pleione, J Velorum, p Carinae, μ Centauri). Jetzt ist nach einer Notiz in Harvard Bulletin 779 auch der umgekehrte Fall beobachtet worden. Aufnahmen des Spektrums des Sterns H. R. 4830 ($\alpha = 12^h\,36^m{,}9$ $\delta = -62°\,30'$) aus den Jahren 1906 und 1908 zeigen, wenn überhaupt, die Linien H_β und H_γ nur andeutungsweise in Emission, während 1922 ganz starke helle Linien vorhanden sind, auch noch bei H_δ. *H. Kienle.*

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.